

السيرة الذاتية

مكتبة إيمان - دار عمان - عمان

الطبعة ١

عدد النسخ - ١٠٠٠

التقريب

و

تمتذى الصغراء

إعداد

مركز البحوث والمعلومات



١٩٠/٢٨٥

ميشيل ايفناري - ليزلي شانان  
ونفتالي تادهور  
بالاشتراك مع  
يهوشوا اسحق - اميرام شكولنيك

النقب وتعدى الصحراء



إعداد  
مركز البحوث والمعلومات



بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست

رقم الصفحة	البيان	مسلسل
١ - ب	العرض العام	١
١	الفصل الأول : في البدايات	٢
٩	الفصل الثاني : تحديات الصحراء	٣
١٣	الفصل الثالث : الانسان في النقب	٤
٢٧	الفصل الرابع : النقب .. اقليم صحراوي	٥
٣٥	الفصل الخامس : اشكال الارض ومظاهر السطح	٦
٥٥	الفصل السادس : التاريخ الجيولوجي للنقب	٧
٦٨	الفصل السابع : نظام الزراعة المطرية القديمة في النقب	٨
٨٢	الفصل الثامن : اوراق بردى " نيترانا "	٩
٨٩	الفصل التاسع : الهضاب الحجرية وميكانيكا التصريف المطري	١٠
١٠٥	الفصل العاشر : مياه الشرب في الصحراء	١١
١١٨	الفصل الحادي عشر : استخراج المياه الجوفية ( سلسلة الآبار )	١٢
١٢٤	الفصل الثاني عشر : اعادة انشاء المزارع	١٣
١٣٠	الفصل الثالث عشر : النتائج الزراعية	١٤
١٤١	الفصل الرابع عشر : النتائج الزراعية	١٥
١٤٩	الفصل الخامس عشر : مجمعات مياه الامطار الصغرى	١٦
١٥٦	الفصل السادس عشر : تأقلم النباتات مع الظروف الصحراوية	١٧
١٨٣	الفصل السابع عشر : تأقلم النباتات مع الظروف الصحراوية	١٨
١٩٩	الفصل الثامن عشر : تأقلم الحيوانات مع الظروف الصحراوية	١٩
٢١٨	الفصل التاسع عشر : كلمة ختامية	٢٠



## بسم الله الرحمن الرحيم

### العرض العام

ان قدرة اسرائيل على مواجهة تحدى صحاريها سوف تكون قياسا لنجاحها ومقائنها وحياتها في نهاية المطاف .

بهذه العبارة اختتم المؤلفون كتابهم العلمى الفذ عن صحراء النقب والواقع ان هذا القول يلخص الدافع لتأليف هذا الكتاب . ان اسرائيل تسعى باختصار شديد الى زيادة عدد سكانها بأى ثمن ، بتهجير يهود العالم كله اليها . ولما كانت الرقعة الزراعية فى اسرائيل تضيق عن استيعاب اى زيادة تقي عدد المهاجرين الا بصعوبة بالغة فان مستقبل الهجرة اليها ، بل مستقبلها نفسها يتوقف على خلق مناطق جديدة تستوعب المهاجرين .

وقد اتجهت انظار الحكومة الاسرائيلية الى ( النقب ) باعتبارها —————  
أرض المستقبل فى اسرائيل ، وراحت تبحث امكانيات الحياة فيها .

وقام علماء فى الاثار والجيولوجيا والتربة والنبات والحيوان والحشرات والزراعة والرى ، علماء متخصصون فى كل فرع دقيق من هذه الفروع بدراسة علمية شديدة التخصص للنقب من جوانبها كافة ، وضعوا نتائج ابحاثهم فى هذا الكتاب المسمى " النقب او تحدى الصحراء " والكتاب فى اساسه موضوع للتخصصين فى هذه الفروع ، لانه يتناول أدق المسائل والتفاصيل العلمية حتى تشرح الخلية النباتية ودقائق الحياه النباتية والحيوانية ، وميكانيكا التربة والرى . . . الخ ، ولكنه يوضح ضخامة الجبهة وشدة الاهتمام الذى توليه اسرائيل لهذا القضية قضية تغيير النقب على اساس ان صحارى النقب فى التاريخ القديم كانت موطننا للسكنى والحياة منذ آلاف السنين ، فهل لمكن بعث الحياة فيها من جديد ؟ هذا هو السؤال الذى يجيب عليه الكتاب .



ان كتاب النقب أو تحدي الصحراء بالرغم من أنه كتاب علمي تخصصي بحثه على  
بالحقائق العلمية الجافة بل شبهه به الجفاف ، لكنه يدل على نوايا وتفكير قاده إسرائيل  
في البحث عن أراض جديدة لمهاجرين يهود جدد ، يقيمون في أرض النقب التي  
سكنها ( العبرانيون ) في قديم الزمان .

وهكذا تسخر إسرائيل العلم والعلماء من أجل غاياتها السياسية بما تبذل  
حقائق هذا العلم نزيهة ومجردة وموضوعية .

x x x

## الفصل الأول

### في البدايات

هذه رواية شخصية وعلمية بدأت من عشراء السنين المنصرمة ، قبل قيام دولة  
إسرائيل ، ففي عام ١٩٣٦ اشتريت واحدة منا في رحلات متجربة إلى صحراء شرق الأردن  
والنقب تولي تنظيمها قسم علم النبات بالجامعة العبرية الناشئة آنذاك . وخلال هذه  
الرحلة واجهنا اللغز الأعظم لصحراء النقب . . . واجهنا وجوه أطلال قديمة لم تكن  
قد بُنيت ، ولمستوطنات زراعية في منطقة قاحلة ومهجورة فبدا بيدي وعلينها من ظواهر . . . ولو  
أن بالمر كان قد وصف هذه الاطلال عام ١٨٦٩ - ١٨٧٠ حين اقتفى أثر طريق خسر  
بنى إسرائيل من مصر إلى أرض الميعاد ، لكن الناس لم تعرف الا أقل القليل عن أصل  
هذه الحضارات . كيف استطاع الاقد من الحياة في هذه الأحوال الصحراوية التي تتسم  
بالجفاف والقسوة ؟ وكيف كانوا يحصلون على الماء من أجل الزراعة ومن أجل احتياجاتهم  
المنزلية ؟ وما هي القوى والاهل واقع السياسة التي دفعت هذه الحضارات إلى التوطن  
والاستقرار في الصحراء ؟ وهل كانت النقب صحراء كما هي اليوم حين استقرت الحضارات  
فوق أرضها ؟

كان لابد أن تبقى هذه الأسئلة وغيرها عشراء السنين ، من اجابة ، ولم تكن  
نستطيع البتة في العثور على اجاباته لها ، ان كنا نعجز عن الترحال بحرية في صحاري  
المنطقة ، الى ان قام دولة إسرائيل عام ١٩٤٨ . ولم تتكشف لنا اسرار النقب من أجل  
البحوث المستفيضة الا بعد قيام دولة إسرائيل ، وأن ظل السفر إلى المنطقة من قبيل  
الخطورة بالأمن والحياة . وبحلول عام ١٩٥٠ ، كانت الصحراء أو ( المه قاع ) التي  
صنعتها السيارت الخاصة بالمسافرين قد ملأت المنطقة ، وبه أنا في زيارتها بشكل  
منتظم وحينئذ كانت الرحلات المبهانية تتم بأسلوب الفؤاد الجميلة ، ان كان خمس  
المجموعة يتولى مهام الحراسة خوفا من اغارة المغيرين ، وكانت تلك الحقبة هي حقبة  
الحياة المضنية في الصحراء ، حين كنا نضرب خيامنا تحة السطى الثلاثة بالندج .  
ولقد كانت لحس كثير منا تطول أثناء هذه الرحلات ، وزد عودنا إلى مصر سبع ، كان  
مظهرنا أشبه بحملة البناء ق من رجال الحدة من الغرب الأمريكي المتراعى الأطراف .

ببه أننا سرعان ما أصبحنا مقتنعين بعد رحلات قليلة بأننا نواجه مشكلة أعقبت



وأضخم ما كنا نتصور في بادئ الأمر . ولقد جاء خطوبها في التقدير نتيجة المعرفة القاصرة بالصحاري بصفة عامة ، وبالتدقيق بشكل خاص ، كما انبعث هذا الخطأ من الأفكار السبقة عن المستوطنات والزراعات القديمة ، وكنا أشبه مانكون بالأطفال الذين يواجهون لأول مرة لغزا محيرا ، قطع الى أشكال دقيقة غير متكاملة . لقد كانت أرض الرقب هائلا مؤثلا مثاليا يسمي اليه الهواء من العلماء والباحثين : من علماء الآثار ، والجيولوجاء والجغرافيا ، والأرصاد الجوية ، وعلم الطقس والمناخ ، كما كانت مطلبا هائلا للرحالة من الذين يستكشفون معالم الصحراء ، ولقد كنا على دراية كافية بما كان يترده على سنة الناس حينئذ . هل لقد كنا نؤمن ببعض ما يرويه الناس من أقوال ، شال النظرية او الفرضية الشهيرة عن " جبال الذهب " (١) ، او كنا نعزو الى الهيمز نظيرين ، وأحيانا الى النبطيين الفضل في زياة الحضارات الصحراوية ، او كنا نذكر أرض الرقب باعتبارها مثالا ملحوسا لظاهرة التمرية السريعة والتغيرات المناخية الحادة . وقد كانت هذه الفروض وغيرها مألوفة لى كل كاتب عن أرض الرقب ، ولقد تسكنا والتزمنا بها مثلنا في ذلك شل كل الباحثين التجهلة .

ولآن اذا استعرضنا الماضي امكننا ان نضاحه الى ضاحه ماركنا آرنث ، ولم يكتب لنا التوفيق في تحليل مهارا وأسابيب الحضارات السابقة الا بعد ان رأينا ان الزراعة في الصحراء تختلف اختلافا تاما عن الزراعة في المناطق شبه القاحلة والرطبة .

ففى المناطق شبه القاحلة والمناطق الرطبة تعتمد الزراعة غير المروية على أساليب تساعد على تسرب الطر في التربة ، وهى تعتمد اعتمادا كبيرا على الترسيب المباشر ، أى المياه التى تسقط على التربة ، ثم تنس حيث تسقط . ولضمان أكبر قدر من الامتصاص تحرق الحقول وتزرع لتكون مسطحات مكشوفة لاستقبال الرطوبة . . . ومن ناحية أخرى فان الأسلوب الأساسى يجبان يكون مختلفا فى الصحراء الحقيقية . ولا يزيه المعدل الكلى لسقوط الأمطار فى السنة عن مائة ملليمتر فى العام الجيد ، وفى شل هذه المناطق لو تسم امتصاص كل هذه الأمطار لظلمة غير كافية للمحصول . ومن ثم لابد من العثور على مصادر اضافى للمياه من أجل زراعة المحاصيل . . . أما الآن ففى الصحراء قبيل وعده سقوط الأمطار ، هناك بصفة عامة - فائض من المياه ، لكنه يظهر كسبيل مده فة فى الأودية ، ولقد تيمم الزراع الا قد من لهذه السبيل المده فة التى تكونها تصاريح الأمطار من جوانب التلال ، وتعلموا أساليب ضبطها والتحكم فيها ، ولما كان هؤلاء الزراع قد سيطروا على مشكلات تصريف المياه ، فقد سميهاهم زراع التصريف المائى .

بيده انه سرعان ما واجهنا مشكلات أخرى ، فلقد تبين لنا أننا لانواجه حضارة واحدة فحسب ، بل نواجه طبقات من الحضارات ، تقع كل هيا فوق الاخرى ، ولذلك فقد لجأنا الى خبرة وعلم علماء الآثار والمؤرخين عدها ، كى يهيئوا لنا سبل الكشف عن الحل للمشكلات الزراعية والمشكلات الاجتماعية والسياسية التى ادهت الى قيام المستوطنات موضوع البحث والدراسة ثم الى اضحلالها .

لماذا هذه شعوب عديده قواسم فى هذه المنطقة ؟ وهل كانت زراعتهم الصحراوية نافعة من الوجهة الاقتصادية ؟ وهل كانت وحدها مزارعهم المستقلة تكفى نفسها بنفسها ؟ وماهى المحاصيل التى كانوا يزرعونها ؟ وهل كانوا يقيمون مدههم وقواهم كخافز استراتيجية امامية للتجارة او انهم ابتدعوا اقتصادا متوازنا شاركه فيه المزارع بزمبيها الكامل ؟ كانت تلك هى بعض الاسئلة التى كنا نطرحها على انفسنا . على ان هذه الاسئلة وسعت الى حة كبير - من نطاق خططنا الاصلية المده فة لدراسة التحدى الزراعى ، وتبعنا لذلك وسعنا اطار دراستنا حتى تشمل التحدىات التاريخية والاقتصادية والاجتماعية والبيولوجية للصحراء . وقد تعمق علينا ان نتناول الموضوع الأوسع ، الا وهو التحدى الشامل الذى تطرحه الصحراء على الانسان ، والنبات والحيوان وتحدى كل رحلة مده فة وطويلة وطريقة الى صحراء الرقب ، كان ارتباطنا بهذا التحدى يزيده عمقا وسخا .

ولقد بلغ التحدى ذروته فى يوم حره لافح من أيام شهر أغسطس ١٩٥٦ ، وكنا على مقربة من مدينة " شيفيتا " العتيقة ، واستقر بنا المقام - كما هى عادةنا - طلبا لراحة وجيزة فى ظل البطاطين والملاحة المشهورة بين سيارش جيب ، وكنا نهضم السلطة الصحراوية الشهيرة المكونة من نباتات الصحراء والخضروات المزروعة التى زودنا بها المزيل افنارى . ولم تسمح لنا حرارة الصحراء او ذبايها بالنعاس ، ولذلك رحنا نناقش ونحن شبه ناشين نظريات خيالية ، وحينئذ طرح احدنا اقتراحا مؤدها : " هل من الممكن ان نعيد نظام الزراعة القديمة ، ثم نرى كيف يعمل ؟ ان عالم الآثار هو المنوط به بناء المدن ، اما نحن فسوف نعيد بناء المزارع ، وهذه هذا الحة من الحة يث نهضنا جميعا ، وقد تبده النعاس من اعيننا ، وعلتنا الهشة والافتتان بالفكرة المقترحة ، وه خلنا فى جدال عنيف ، بعضنا يؤيد الفكرة ، وبعضنا يعارضها ، واستمر النقاش أكثر من عام ، ونحن نحلل المشكلات الفنية والمالية التى ينطوى عليها تنفيذ المشروع .

وفى بادئ الأمر ، درسنا مشروع اعاده بنا مزرعة قديمة على انبها جرد تجريبية



تستهدف أساسا اثبات أو تفنيد النظريات الخاصة بالأسس والبناء في الكاخرة و" زراعة التصريف المائي القديمة . ولقد تبين لنا بعد ذلك أنه لم تكن لنا تخطيط وتخطيطنا إعادة البناء على نحو سليم لاستطعنا أن نجمع معلومات هامة عن مناخ الصحراء ، وسقوط الأمطار والتصريف المائي . ولقد كنا نطمح في نهاية المطاف ، أن نستزرع محاصيل زراعية في المزارع المعاهد تكوينها ، ومن ثم أضحت الزراعة هذه فاكهة نسمى السى تحقيقه . ولقد كنا نسمى لتعرف إلى أي مدى يمكن الاستفادة في العصر الحاضر من زراعة التصريف المائي .

وقبل أن نقرر ما إذا كان استخدام التصريف المائي وسيلة ناجعة للزراعة في ظل الظروف الحديثة - كان يتعين علينا أن نجيب على عدد من الأسئلة : ماهي النباتات التي يمكن ملائمتها للري القيصاني المتقلب الذي لا يحدث إلا مرة واحدة أو بضع مرات في السنة ؟ وما خصائص الاستخدام المائي لهذه النباتات ، ثم انتاجها ، وقدرتها على أن تقاوم الصيف الطويل الجفاف أو فترات الجفاف التي قد تستمر طوال العام ؟ وأن نقرر كذلك كمية المياه التي يمكن اختزانها في منطقة غرس الجذور ، وذلك من أجل الاستغلال الأمثل لمختلف النباتات ، ثم كمية البخر من سطح التربة . ولم تكن هذه الأسئلة سوى شذراء من المشكلات المحيرة التي كان يتعين علينا إيجاد الحلول لها . وكنا ندرك أن معرفة الماضي لا تنهي لنا إلا مفاتيح لفهم الزراعة القديمة ، وأن السرد الوافي الإيجابية لا تتوفر إلا من المزارع القديمة التي أعيد إرشادها والمستخدم باعتبارها أراضي زراعية تجريبية .

ولقد وقع اختيارنا الأول لاعاد قانشاء مزرعة من المزارع على واحة صغير قريب من مدينته ( شفتا ) القديمة بالقرب من ( شفتا ) ووجدنا مئات الآلاف على زراعة التصريف المائي و" الأمطار ) أي الزراعة المطرية . ولقد اخترنا وحدة زراعة مطرية بسيطة كانت انظمة جمع مياه الأمطار والحقول المسورة فيها واضحة المعالم . وقد كانت هذه المزرعة تتضمن اطلال منزل ريفي قديم .

وسرعان ما أدركنا أن التنفيذ الناجح للمشروع كله يستوجب أن يعيش بعضنا في المزرعة ، ومن ثم فقد تعين علينا أن نخطط لبناء المنزل من جديد ، لكن الظروف أرفقتنا على أن نعيد النظر في خططنا للحياة في مدينته " شفتا " فلقد كانت توجهنا إلى بناء " ندي " صعبات جمة فيما يتعلق بالأمن . فالمزرعة تبعد عن الطريق العام بمقدار أربعة كيلومترات ، ولا يمكن الوصول إليها إلا عبر طريق وعر مليء بالأتربة . أما الطريق العام

نفسه الذي كان فيما سبق متصلا بمصر فلانسر فوقه إلا حركة مرور طفيفة نسبيا . كما أن عدم الثقة في وصول تسعين منتظم من المؤن إلى جانب صعوبة إيجاد خبراء مؤهلين يقبلون العمل في هذه البقعة النائية اقترعتا بأننا ربما كنا قد فعلنا أكثر مما يجب فسي اقترعنا أننا قد دون على إقامة مستقر دائم لنا في مزرعة ( شفتا ) وعلى الرغم من ذلك بدأنا في إعادة إنشاء المزرعة من جديد ، بما في ذلك انظمة جمع مياه المطر والأسوار .

ولقد بدأنا إعادة تشييد مزرعة ( شفتا ) في صيف عام ١٩٥٨ ، وشاءت المصادف الطيبة أن إدارة السياحة في الحكومة والتي كانت تابعة آنذاك لكتب رئيس الوزراء ستر تيدي كوليك وساعده من المؤسسة الثقافية الأمريكية ( سرائيلية - كانت قد بدأت إعادة بناء مدينته ( شفتا ) القديمة . ولقد زوينا بالعمل لاعاد بناء المزرعة . وكان ستر " جوزي فيله مان " أحد أعضاء مستوطنة ريفيفيم آنذاك مسؤولا عن عملية إعادة البناء ، وأوضح من المؤهلات التحسين لمشروعنا . وكان يشرف على إعادة بناء المزرعة بحماس عظيم ، ولقد خلفه في عمله هذا " يوشيل " يانجيليس .

وكنا لا نزال حريصين على إقامة مركز دائم بالقرب من المزرعة التي أعيد بناؤها . وفي مايو ١٩٥٩ عثرنا على مزرعة مناسبة بالقرب من أفدات وكانت هذه المزرعة بالقرب من الطريق العام بير سبع - أيلاء ، وفيما بين مدن " يروخام " و " رامون متزاج " ، واستقر رأينا على إعادة بناء هذه المزرعة ، وأن نبني منزلا ومعملا في مبنى موحده بخدمة الغرضين ، يقع فوق أحد التلال بحيث يطل على المزرعة . وكان موقع هذه المزرعة ملائما للغاية ، ولم يعد توفير المؤن أو الأمن العسكري مشكلة خطيرة عنه أفدات .

وساعده نفس الأجهزة التي ساعدهنا في مدينته ( شفتا ) به أنا نعيد بناها مزرعة ( أفدات ) في صيف ١٩٥٩ . ولقد جرى إنجاز هذا المشروع تحت إشراف " جوشوا كوهين " من منطقة " سدي بوكير " وكان ( جوشوا كوهين ) يتولى في الوقت نفسه مهمة إعادة بناء المدينته القديمة . وتتصف ( جوشوا ) هذا بالحيوية الهادفة والخيال البهيع ، وكان من الخططين الأوائل لمشروعنا في أفدات . ولقد استخدمنا قوة عاملة مؤلفة من عمال معانين من مستعمرة " يروخام " ، وكانوا جميعا مهاجرين جدد من المغرب وتونس والهند وباكستان ، ولم تكن لهم إلا راية طفيفة باللغة العبرية بـل ان قباهتهم في بعض الأحيان كانت صعبة الفهم . وكان " إدوارد رابين " من مستعمرة " أروم " من عمال البناء المتنازين كما كان متروسا بأعمال الزراعة ، وقد هرب العمال



على العمل ، بل وفي احيان كثيرة مكن اقدرهم من ان يصبحوا عمالا مهرة .

خلال هذه الفترة كنا نعيش حياة " الامر " داخل مقطورة قائمة عند سفح تل " افدات " بالقرب من المزرعة ، ومع استوار العمل ، استأجرنا هارين صغيرين في مستعمرة " بيروخام " وكنا نروح ونغدو من العمل كل يوم .

عند ما كانت عملية اعادة البناء في ذروتها ، تملكنا الدهشة وحلة بنا مفاجأة ، ان عايشنا اول فيضان في العاشر من نوفمبر ١٩٥١ . ومع ان بعض جدران السور لم تكن قد استكملت فان مياه الفيضان فطت المزرعة كلها ، وتشبعت التربة بالمياه الى عمق كبير ، وعندئذ قررنا ان نهدر الشعر ، ولما لم تكن قد توافرت لنا في ذلك الوقت الادوات الزراعية اللازمة لاعادة التربة والبذر ، فقد طلبنا من احد مشايخ الهد والمجاورين ان يساعدنا فوجد بان يرسل سبعة من رجال الهد والتابعين له مع جملهم .

وفي صبيحة الرابع من ديسمبر ظهر واحد وعشرون بهوا بجملهم ومخاريطهم وسرعان ما دبت الحياة في المزرعة التي كانت قد هجرت عدة قرون ، بعد ان بدأت الجمال تجر محاريطها الخشبية العتيقة .

وترد في اجواء الصحراء الهادئة اصوات ومخراخات السائقين ، وخيم على الهواء كله جو من البهجة والحبور ، وانتهى البذر بعد ان أرخت شمس الغروب ظلالها الوارفة فوق الحقول التي زرعت حديثا .

وستطيع القارى ان يتخيل فرحتنا الغامرة بلاحدوه بعد ذلك بأسبوعين حين ظهرت البراعم الخضرة لنبات الشعر ، وسرعان ما كست الخضرة الحقل كله ، وعند ذلك احسنا باننا قد خطونا الخطوة الاولى على طريق بلوغ هدفنا ( اعطى محصول الشمبير ١٢٥٠ كيلوجراما من الحبوب لكل هكتار من الارض وهذا انجاز كبير ، اذا أخذنا في اعتبارنا الوسائل البدائية التي استخدمناها للحراث وبذر البذر ) .

وقد لقنا الفيضان الاول في منطقة ( افدات ) بعد ان من الهاروس القبية ، لانه كان السط " فوق مستعمرة ( بيروخام ) ملية بالغيم والسحب قبيل انهيار الامطار وهذا لو كانت السط سوف تطر على الفور فوق المنطقة ، وكنا نسرع الخطى من " بيروخام " الى " افدات " على امل ان نكون هناك في الوقت المناسب عند انهيار المطر ، وكنا نرجو دائما سماء زرقاء ، وشمسا ساطعة . . . بلامطر . . . وفي احدى مسيات ايام الجموع .

بدأ الرزاد يتساقط فوق منطقة " بيروخام " ، وكنا نستعد لعشاء ليلة السبت ، والموقف ان هذه الاطار التي كنا نترقبها ، وسرعان ما أخذنا طعنا نصف المطهوه داخل سياراة الجيب ، وانه فعنا الى منطقة ( افدات ) ، ولكن الامطار لم تسقط ، وفيما ننتظر في مقطورة ليلتين صومئ وصفا ، ولكن شيئا لم يحدث ، وعدنا الى " بيروخام " وحين كان الرزاد قد بدأ يتساقط فوق ( افدات ) بعد ذلك بأيام قليلة ، كانت الشمس ساطعة فوق ( بيروخام ) ، واقتفنا المطر المنهمر . ولقد أقفمتنا تجربة الطر المحرراوى المتأثرة في بقع كثيرة انه من الضروري ان نعيش في المزرعة حتى نعرف عملية سقوط الأمطار والفيضانات ، وان نشرف على المعدات العلمية لجميع المعلومات التي كنا نجمعها هناك .

كانت مؤسسة روكفلر والجامعة العبرية مستعدتين لتحويل اعادة بناء المستعمرة وشراء المعدات العلمية ، ولكنهما لا تشتركان في اقامة مبنى من المباني . وبالرغم من ذلك فابطنا منا بحسن طالعنا طلبنا من ستر " ز . ش . هارمات " وهو من مشاهير المهندسين المعماريين في القدس ان يصمم لنا مبنى للدار ، وجائتنا العناية الالهية جسده في صورة الانسة ( روز آن لوترمان ) من مدينة ميونيخ بكندا ، وهي سيدة صغيرة الحجم ، تجاوزت الثمانين من عمرها ، وكانت قد سمعت عن المشروع . وقامت بزيارعتنا في ربيع ١٩٦٠ ، وتبرعت بالاموال اللازمة لبناء ( دار النقب ) فوق احد التلال التي تطل على المزرعة . وبالرغم من صعوبة توفير العمل العالحين لشل هذه البقعة الثانية واعالتهم ، فقد تم استكمال الدار في التاسع والعشرون من نوفمبر ١٩٦٠ . اما العيب الاكبر في توفير اسباب المعيشة في منطقة افدات ، فقد وقع على كاهل " ميشيل ولزويل ابغنياري " اللذين تركت لهما حرية الاختيار للتفرغ تفرغا تاما للحياة في المنطقة .

وحيث انتقلنا الى دارنا الصحراوية ، تحولنا من زوار للصحراء الى مواطنين في الصحراء . واصبحنا وثقة لحضارة قديمة ولاسلوب عتيق في الحياة ، كان قد اختفى واندثر منذ عدة قرون .

ولقد خلقنا لنا الحياة في شل هذه البقعة مشكلا عدة بهتة وعلمية ، فقد كنا نحتاج الى المياه لشرب ، وإلى الكهرباء لعدة معدتنا العلمية ، وكان لزاما علينا ان نجد نمنونا نعمته عليه في توفير المعن والغذاء لنا .

وحيث ان نسترجع الماضي الآن ، يتبين لنا انه ثقل العبء الذي اضطلعنا به



حين استقر رأينا على إعادة بناء المزارع ، ولا سيما أننا كنا نزع الاستمرار في النهج  
بإشطتنا المهنية المعتادة . كما كان لزاما علينا ان نوطن أنفسنا على الحياة مع موظفينا  
الذين بين يتراوح عددهم بين أربعة وخمسة من الشبان في نفس المزارع . ولقد  
احتاج هذا التكيف الفوري الى وقت طويل ، لكن حياتنا أصبحت في نهاية المطاف تسير  
سيرها الطبيعي المعتاد .

ويتضح من روايتنا الشهيرة الايجاز لأصل هذا المشروع انه لا يستطيع النهج  
به الا فريق مختار من الافراء وان هذا المؤلف هو خلاصة الجهود المشتركة لهذا الفريق  
ومن بين هؤلاء الافراء من لم يجلب للمشروع الخبرة والدراسة بالعلوم الأساسية فحسب ،  
بل جلب له أيضا الاحساس بالمغامرة في استعادة الماضي من أجل خافع الحاضر ،  
وكان من بين هؤلاء علماء النبات ، وعلماء الجيولوجيا ، وعلماء المياه ، والمهندسون ،  
وعلماء الآثار ، والمصورون والمساحون ، وخبراء الزراعة وعلماء التربة ، وهي مجموعة  
أتاحت لنا ، في تصورنا ، مزايا واضحة تفوق ما كانت للباحثين قبلنا ، ممن لم يتهربوا لهم  
مثل هذا المزيج من المهارات والخبرات .

وان كان هذا المزيج من العلوم والمناهج ، لم يخل من عيوب ، فقد تلقى أحدهم  
العلماء تعليمه في ألمانيا ، وتلقى ثان دراسته في إسرائيل على حين درس الثالث في جنوب  
أفريقيا ، وكانت هذه الخلفية المتباينة في اللغات والثقافات تخلق المشكلات في بعض  
الاحيان ، لان بعض الافكار كانت تبحث بعقلية ألمانية ، ثم تناقض بلغة عبرية ، ثم تكتسب  
في النهاية باللغة الانجليزية .

وأملنا وطيه في ان يتجشم القاري هذه الصعوبة وان يتقبلها راضيا اذا لم  
ان أسلوها تعتبره الصعاب في بعض مواضعه .

x x x

## الفصل الثاني

### تدبير الصحراء

تقع إسرائيل وسط منطقة صحراوية شاسعة شديدة الجفاف تمتد لأكثر من ٢٥٠٠  
كيلومتر من منطقة الصحراء الكبرى الى منطقة صحراء " جوبي " اما إسرائيل نفسها التي  
لا يزيد عرضها على ٦٦ كيلومترا ، وطولها على ١٥٠ كيلومترا فلا تكون وحدة مناخية  
أو جغرافية أو بيولوجية . هذه المنطقة الصغيرة ، تلتقي الصحراء بالحشائش والنباتات  
الساحلية ، لتكون أرضا من التناقضات الطبيعية الكبرى .

أما الجليل ، والشريط الساحلي ، وجبال يهوذا فتكون جزءا من ( حزام  
البحر الأبيض المتوسط ) الذي يمتد من جنوب اسبانيا عبر جنوب فرنسا وإيطاليا  
واليونان وتركيا وسوريا ولبنان الى إسرائيل . وعلى طول ساحل شمالى أفريقيا . وتحتل  
هذا الحزام ، بمواسم الشتاء المعتدلة والمطر ، مع متوسط سنوي من الأمطار يبلغ  
من ٥٠٠ الى ٩٠٠ ملميمتر ، كما يتناوب بمواسم صيف آتية جافة . والشجرة النموذجية  
في هذا النطاق هي شجرة الزيتون ، وهي من المؤشرات الممتازة على مناخ البحر  
المتوسط . أما النطاق أو الحزام الثاني فهو المنطقة الواقعة بين شمالى وجنوب إسرائيل  
أي شمالى الرقب ، وهي منطقة انتقالية جزء من حزام الحشائش الاسيوى الداخلي المتوسط ،  
ومن المنطقة الإيرانية الطورانية حيث مواسم الصيف أكثر دفئا ، ومواسم الشتاء أشد  
برودة من منطقة البحر المتوسط . وفي هذا النطاق لا يتجاوز متوسط سقوط الأمطار سنويا  
( ٢٠٠ - ٣٥٠ ملميمترا ) .

وجنوب هذه المنطقة الانتقالية يقع الرقب الجنوبي ، وهي صحراء عظمى  
الى النطاق الصحراوي في العالم القديم ، أي إقليم الصحراء الكبرى الممتدة الى صحراء  
الجزيرة العربية ، ثم الى صحراء السنه في الهند . وليس لهذه المنطقة الصحراوية متوسط  
سنوي لسقوط الأمطار ، فقد يسود الجفاف المطلق بعض السنوات ، في حين يبلغ المتوسط  
في بعض السنوات الأخرى ( ١٥٠ ملميمترا ) من الأمطار .



وهذا يفسر انعمام وجوه الاشجار • وندرة النبات في المنطقة • على ان الرقب لها خصائصها المميزة : فهي صحراء صخرية • تفتقر الى البحار الرملية العظيمة التي تميز الصحراء الكبرى • كما تتميز داخل صحراء الجزيرة العربية • والقسم الشمالي من الرقب هضبة عالية تميزها اودية عميقة ووها • قليلة العمق • ذات جروف طباشيرية خالصة • كما يتخلل حزام الصوان الاسود بصخور الصلابة الطبقات المتوازية من الحجر الجيري الناعم والصلب • كما تكون • واثرة التعرية الهائلة فجوات وانخفاضات واسعة • وتجاه الجنوب • يلتقي الرقب بشبه جزيرة سيناء • ومنه يج معها • مع وجود منطقة متوسطة من الاحجار الرملية المتفرقة • المنزقة بفعل التعرية الى ( كوتوا ) شديدة التباين • وبالقرب من ابلا • وهي أقصى نقطة جنوبية في صحراء الرقب • تحل الصخور الصخرية السوداء التي تكون القمم الحادة الوعرة • والتي تكون كتلة هضبة سيناء الجبلية محل ألوان الحجر والحجر الرملي السائبة • وليس صحراء الرقب كلها الا مجرد الامتداد الشمالي لشبه جزيرة سيناء • اى الجسر البري بين آسيا الصغرى ( اى الشرق الاوسط ) وشمال افريقيا • وان شبه جزيرة سيناء • بوضعها هذا • مهدت سبل الاتصالات الثقافية والتجارية والهاد لاء بين آسيا وافريقيا الى أوروبا • كما كانت بمثابة المعبر او الممر للغزاة في كلا الاتجاهين • وهي لذلك تطرح تحديات جيولوجية سياسية مستمرة للحضارات المتعاقبة عند امتدادها خارج القارات المتاخمة • ان أسلاف اسرائيل وقبائلها • وجنودها وتجارها وفلاحها من أيام ملكة يهوذا • ومن أيام النبطيين والرومان والبيزنطيين والعرب قد تجولوا وحاسوا خلال صحراء الرقب •

ولقد بسطت كل حضارة نفوذها وسيطرتها على الرقب لفترات عديدة • وكان من نزوة عنها اى اعتداء • ويمكن قراءة آثار المنطقة كما لو كانت صفحة في كتاب من كتب التاريخ لكل من توافر له العلم والمبر والجله • الا ان الرقب وسيناء كان لهما أعمق المعاني واللالا لشعب واحد • ومن كل الشعوب • فلقد ارتبطوا على الجوهر التئذي استمه • منه • بان اسرائيل وراثتها الالهام • فعلى أرضها كان قطعان الرعاة الرحل اربعين سنة • وعلى أرضها ومن فوق قمة من قم سيناء الشاخنة هبط على بني اسرائيل ناموسهم الذي صهرهم في شعب واحد • وعلى أرضها اليوم • ومن بين انجازات الرقب الهائلة تحاول اسرائيل الحديثة ان تستقرى من الصحراء الاسرار العتيقة التي قد تدفع في شرايينها الازدهار الفياض ( من سفر اشعيا ٣٥ - ٢ ) •

وليس من قبيل العسف في التاريخ ان يكون مولد اول ديانة موحدة ( اى اول ديانة

من ديانات التوحيد ) فوق هذه الصحراء او ان • تعقبها على هذه الارض الديانتان الكبيرتان الاخرتان : المسيحية والاسلام • وكثيرا ما كان انبياء اسرائيل يحتلهم الوحي ويحبرونه في الصحراء • وكان الرهبان والساكن المسيحون يلوذون بها فرارا من دنس الدنيا والتماسا للاتصال بالرب • اما في العصور الحديثة فان آداب الصحراء الزمنية التي نلمسها في مؤلفات دواني و • لورانس و • فيلبي و • توماس • وغيرهم من مشاهير الرحالة • تكشف عن التأثير القوى الذي تمارسه على عقول وقلوب الباحثين عن أسرارها وخباياها •

وكفى ان نتخيل هذه البيئة او هذا الجو • انظر الى الليل في الصحراء • فبعد يوم متأجج بالحرارة والقيظ في التيه الذي تزجر فيه رياح صرصر عاتية • يجلب الظلام الراحة الى الجسد المكدود الذي لفحته الحرارة • وتطل النجوم الهائلة العدد فوق الاجواء النقية الجافة • وصود الدنيا المدو • والمكنة المطبقة • وتكاد تلمس رمل ونسج الصمت المطبق • فليس شمة اشجار تهس او سحب تخفى السماء أو مروج عشبية تختفي فيها الجان والجنات الالهية وهناك نجد صوت المكون • الذي تكلم به الرب الى رسوله • اليجاه • هناك في هذا العالم الساكن الجاود القاسي ووسط اللانهائية • الموحشة في الزمان والمكان يقف الانسان وحيدا تهزله اللانهائية •

ذلك هو تحدى الصحراء المطروح على وجود الانسان • لكنه بالنسبة لهذا التحدى حيال وجوده البيولوجي • وتجاه كل شئ • حتى شئ • مختلفان وطأة البحث عن مكان وسط العوالم المتزايدة من انسان وحيوان ونبات تدفع الكائنات الى التوسع مكانيا والى استعمار مواطن وآفاق جديدة • حتى أقلها وادناها في احتمالات الازدهار واستعمار أعلى القمم والينابيع الحارة والصحارى • ولن يستطيع الحياة الا الكائنات القادرة على التكيف مع الظروف البيئية الشديدة المعورة وكلما اشتدت معورة الموطن ازدادت وتضاعفت صعوبة اشتراطات الحياة والبقاء •

ولما كانت ندرة المياه في الصحراء هي أبرز عامل يبيئ • فان اى كائن • سواء كان نباتا ام حيوانا ام انسانا ينزع للحياة والبقاء هناك • لا بد ان يلتصق السبيل لمواجهة هذا التحدى الاساسي •

وسرور اجيال عديدة • ابتكرت كائنات الصحراء اساليب للبقاء • وان فهم هذه الاساليب في عالم النبات والحيوان والانسان قد يمتنى لنا تحقيقه خلال سنوات طوال



من البحث في الصحراء • ونحن بدورنا سوف ننقل الى القارىء ما قد عرفناه ولمعناه •

بيد ان الالهام الكامل بأطراف المشكلة يتطلب معرفة اساسية بالبيئة السنتي تطورت وابتكرت فيها هذه الاساليب ، ولذلك فهذا الكتاب يحتوى على فصول عن بيئة النقب ، جغرافيتها ومناخها وجيولوجيتها •

ان ( الانفجار السكاني ) يدفع العالم الى البحث عن مناطق جديدة لانتاج الغذاء • والصحارى وهى تغطى نسبة مئوية عالية من سطح اليابسة فى العالم تفرض علينا الا نفغل هذه المناطق دون ان ندرس امكانياتها وتغطى الصحراء اكثر من ٦٠% من مساحة اسرائيل وان السيطرة على هذه الصحراء سوف تتيح الاستيطان الناجح فيها بتطويرها وتنميتها •

ولما كان مانفعله هنا هاديا لغيرنا ان يقيموا البناء فوق الاطلال والارواح الخراب وان يشيدوا الاسر لاجيال قادمة وليكن اسمكم الصالحين للصدور المعتمدين — لسبل الهداية ( سفر اشعيا ٥٨ : ١٢ ) •

ومن يدري ؟ فلقد تساعد معرفة اساليب الحياة فى الصحراء الجيل القادم على حل مشكلة الحياة والاستقرار فى الظروف التى هى اكثر صعوبة للمعيشة فى الفضاء الخارجى •

x x x

## الفصل الثالث

### الانسان فى النقب

ان اول سؤال يتحتم علينا ان نطرحه ، وان نجيب عليه هو ما اذا كان الانسان قد سكن صحراء النقب القاحلة ام لا • اما اذا كان قد سكنها ، فهل كان مكانها رعاية رحلاً تدفوا له روبا فى انحاء المنطقة او انهم كانوا قد استقروا وتوطنوا وطاب لهم المقام فيها ؟ وهل عاشوا فى الصحراء بضع سنين فقط او انهم شيدوا حضارة راسخة مستقرة •

وسوف نجد ان الاجابة على هذه الاسئلة تعود بنا الى عصور ما قبل التاريخ •

وتعتمد كل بحوث ما قبل التاريخ على الكشف عن الآثار وفحصها وتاريخها ، والصحراء موطن مثالى نلتصق فيه الآثار ، لان مناخها الجاف يحافظ عليها الى ايام غير محدودة • وعلى سبيل المثال : فان كل من يضع حجرا فوق حجر يكون قد شيد لنفسه نصبا تذكاريا يبقئى لو ترك عددا من القرون •

وفى صحراء النقب نجد ان آلاف القطع من الآثار الحجرية المبعثرة على امتداد المنطقة تتيح لنا الادلة الاولى على سكنى الانسان فيها • اما المادة الاولى لهذه الاحجار الصوانية فهى مستمدة من حصيات اى كتل متجمعة او طبقات مشكلة من عروق الحجر الجيري • وحجر الصوان اشد صلابة من الحجر الجيري ، ويفعل ( التجوية ) الانتقائية يترك الصوان على الارض فى شكل حجارة تتحول بسهولة الى دلاء يدوية وان شكلها الخاص وحجمها ومناخها تسمح بالتاريخ لها • ويرجع تاريخ الآثار الحجرية الصوانية الموجودة فى النقب الى العصر الحجري القديم ، اى منذ عشرات الآلاف من السنين قبل ان يصل الانسان الى الصحراء الجنوبية الغربية فى الولايات المتحدة ، وقد عثر على قرائن دالة على ان هذه السكنى فى العصر الحجري القديم قد اقيمتها فترة العصر الحجري الوسيط ( حوالى ١١٠٠٠ عام ق م ) • وخلال العصر الحجري المتأخرة اى العصر الحجري الحديث ( حوالى ٥٠٠٠ - ٤٠٠٠ سنة ق م ) كانت النقب مأهولة بالسكان نسبيا • وكان انسان العصرين الحجريين : القديم ، والوسيط - صيادا متجولا ، يبحث عن الطعام فوق



قسم التلال ، وحواف الجبال ، والهضاب الجوية المرتفعة . كما ان مواقع العصر الحجري الحديث ، من ناحية أخرى تقع في الودية وفي سهول الواصب الطفيلية . وفي هذه المناطق كانت الزراعة ميسورة ، وكان انسان العصر الحجري الحديث هو اول زارع في منطقة النقيص . وجد ير بالذكر ان هناك قرائن كافية على ان النقب في عصر ما قبل التاريخ كانت اقل جفافا مما هي عليه الآن .

وفي أعقاب العصر الحجري الحديث ، استقر الانسان في النقب الشمالي خلال العصر النحاسي ( ٥٠٠٠ - ٤٠٠٠ عام ق م ) والعصر البرونزي المبكر ( الالف الثالثة ق م ) اما في النقب الأوسط والجنوبي ، فلم يعثر على دليل على الاستقرار خلال هذين العصورين . وبدوانه قد حدث توقف في الاستقرار والسكنى . وهجرت المنطقة هجرا واضحا ، وظلت خالية حوالي ألفي عام .

اما الفترة الكبرى التالية التي شهدت استعمارا مكثفا ، فقد حدثت خلال العصر البرونزي الوسيط الاول ( حوالي ٢١٠٠ - ١٦٠٠ ق م ) ويرى آثاره بوضوح كل مسافر يقتني أثر الطريق الرئيس من " بيروخام " الى " ماخترامين " . وإذا توقف المسافر في طريقه ليتفحص معالم سفوح التلال وسلاسل الجبال - استطاع ان يتبين رواين حجرية كبيرة ، تتضح معالمها وسط خط الافق ، وشلبها كمثلثات ضخمة . اما المسافر السدي بحرص على ان يتسلق قسم التلال فسوف يجد ان هذه الرواين المساة ( بالمهضاب ) ذات تكوين صلد . ولقد أوضحت حفريات " كشافى " الحديثة ان هذه الهضاب الركامية كانت قبوا في العصر البرونزي الوسيط الاول ، على ان هذه الهضاب الركامية ليست وحدها هي بقايا الانسان المتخلفة من هذه الفترة .

كما عثر " كوشافى " وهو يجرى حفرياته في مستوطنة بمنطقة جبل " هار بيروخام " على احجار طحين ، زمال صوانية وبنو زيتون استخلص منها ان الزراعة - الى حد ما - كانت تمارس في تلك الفترة . ولقد عثرنا على ما يثبت رأيه هذا من حفرياتنا في موقع من العصر البرونزي الوسيط الاول بالقرب من " هار رامون " حيث عثرنا على بقايا قديمة للأدوات المستخدمة في الزراعة . فضلا عن ذلك فان آثار القرى العديدة ( والأماكسن الغالية ) المخصصة للعبادة التي عثر عليها في النقب تدل على انها كانت مأهولة نسبيا

ومشكل كثيف من جانب سكان مستقرين متوطنين حوالي عام ( ٢٠٠٠ ) قبل الميلاد . ولم تجر من هذه الفترة الا بحوث قليلة الاستفاضة ، ولا ندلم الكثير عن التركيب الاجتماعى والمهات او اقتصاديات سكان هذا العصر ، اذ لازالت هناك آثار عديدة لم تحتد اليها يد . ومن هذه الظواهر المحيرة ما يتألف من أسوار حجرية طويلة ، شيدت - فيما يبدو - من كتل تصل الى متر او مترين مربعين ، وتحتد عدة كيلومترات ، ومن بين هذه الأسوار التي قمنا بقياسها واحد يبلغ طوله أكثر من ٤ ١/٢ كيلومترات . ولقد اطلعنا على هذه الظواهر ( الخطوط الكيلومترية ) - ولا يبدو وانها تسير في اتجاه محدد ، الا أنه بغض النظر عن طبيعة الأرض التي تمتد عليها هذه الأسوار ، فهى تسير في خطوط مستقيمة استقامة كاملة .

وهذه هذه المرحلة من معارفنا ، لانطك الا ان نتكهن بوظيفة هذه الأسوار ، وربما كانت ( وهذا هو تخميننا حاليا ) نوعا من الحدود التي تبين بعض المناطق أو الحيازات المحددة . وإذا كانت كذلك بالفعل فان امتدادها لمسافات كبيرة يدل على ان الاقامة والسكنى خلال ذلك العصر كانت حصة التنظيم ، وأنه كانت هناك سلطة مركزية تحكم وتحدد الممتلكات .

وإذا كنا لانعرف الا القليل عن حياة هذه الشعوب فان ما نعرفه عن أصلهم ليس الا أقل القليل ، من هم ؟ وهل كانوا تلك القبائل الأجنبية ذات الاصول الاندو إيرانية ( البشرية ) المجهولة التي غزت في نهاية الالف الثالث قبل الميلاد أرض فلسطين من الشمال ، فأحرقت ودمرت المدن القائمة آنذاك قبل الاستقرار في أجزاء كثيرة من البلاد ومنها النقب ؟

ويتزامن العصر البرونزي الوسيط مع عصر الاسلاف ( أو الآباء ) ومن ثم فقد أطلق عليه " نيلسون جلوك " ( عصر ابراهيم ) .

ويرى التراث ان ابراهيم مع بنوه وقطعانه قد عبر منطقة النقب حين كان يقطنها سكان العصر البرونزي الوسيط الاول . ولابد ان المياه كانت شحيحة الى أقصى درجة في المنطقة لان الاصحاب ( ٢١ : ١٤ - ١٦ ) يقدم الوصف التالي : استيقظ ابراهيم في الصباح المبكر وأخذ الخبز وقينة الماء ، وأعطاهم " هاجر " و" لطفيل " وأرسلها بعدهما ، ثم رحلت وطافت في بيدها " بيرسح " . وفقد الماء الذي كان فى القينة ، وألقى الطفل تحت احدى الشجيرات ، وجلس الماء ورفعته صوتها ، وكسسه



لكن الرب فتح عينها ، وأعطى بنرا من الماء ، وذهب ، وملأه القديزة بالماء ، وأعطى  
الطفل رشقة ماء .

وقبل نهاية القرن التاسع عشر م دمرت مستوطنة العصر البرونزي الوسيط  
الأول ، وهجرة . ويرى العلامة " جلوك " أن المدحجين كانوا " شيدار لاعومبير " ،  
وملكه الذين أباهوا في حملة واسعة إما كاملة كانت تعيش في جنوب النقب ( الأصحاب  
١٤ : ٥ - ٧ ) . وثمة عصر آخر من استقراء أحد من القرن التاسع عشر السى  
القرن العاشر م ، أي فترة تبلغ حوالي ١٠٠ عام . وفي هذا العصر حاول قبائل  
إسرائيل الوصول إلى أرض الميعاد من مصر وسينا عن طريق النقب . أما الشريط  
الساحلي الموازي للبحر ، أي ( طريق البحر ) فقد أوصد فيها ، واضطرت السى  
أن تسافر عبر طريق أكبر مشقة . ولقد حاولت سدى أن تدخل عبر منطقة النقب ، ونفى  
نهاية المطاف فزع هذه القبائل إسرائيل من الجانب الشرقي للكرن ، بعد أن قضى  
أربعين سنة في بيدان " زين ( النقب الجنوبي ) . وقد وجد القبائل هذه الصحراء  
خالية من كل ما اعتاد عليه ، وذهب حظها في كل عام واضحة لا لبس فيها ، وقاله لموسى :  
الهدا أخرجتنا من مصر لتلقى بنا وسط هذه الأرض الموحشة ؟ ، أنها ليست أرضا  
للبنر ، أو التين ، أو العناب أو الرمان ، وليس فيها ماء شرب ، ( الأصحاب  
٢٠ : ٥ ) .

وحلول القرن العاشر م ( العصر الإسرائيلي الثاني والثالث أو العصر  
الحديث الثاني ) لم يعد الإسرائيليون يظهرون في هذه المنطقة كراعقة رحل - بل  
باعتبارهم جنودا وفلاحين ، أوجدوا الأرض ، ورجال الميف ، وقد احتلوا النقب كجزء  
من المملكة القوية الآخذة في التوسع .

ولقد اكتشفنا مياه قنعام ١٩٥٦ أحد مستوطناتهم في منطقة عرفت باسم " ميشور  
هارواخ " ( ساحل الهواء ) . وفي هذه الفترة من عملنا لم تكن نهتم - في المقام  
الأول - بالتطور التاريخي للمنطقة ، وإنما السفر في الطريق الرئيسي بين ( افراء / ايلاء )  
بالقرب من مستعمرة " متزياج رامون " لاحظنا وجود حوض قد يم على الجانب الشرقي من  
الطريق العام . ولم تكن قد فحصناه من قبل . وهذا الحوض - مثله مثل سائر أحواض  
النقب - أمكن التعرف على حقيقته بوجود ركام مرتفع من التربة غير المتساكة على طول  
الحوض ، وهذا الركام جاء نتيجة لمعالجة التزطيف ، حين يجرى تطهير الطى من

المصهرج ( الحوض ) ثم يكوم بعده . وتحتوى هذه الأكوام الطينية دائلا على أعداد كبيرة  
من القطع الخزفية المكسرة ، ولم يكن هذا الركام مستثنى من القاعدة العامة ، فقد عثرنا  
على كثير من القطع الخزفية . ثم استطعنا أن نقرر أن ( المصهرج ) إنما يعود إلى  
( العصر الإسرائيلي ) .

وقد أكد الفحص الدقيق لهذا المصهرج انه يختلف عن المصهرج الأخرى  
التي كنا قد درسناها حتى ذلك الوقت . فهذا المصهرج لم يكن قد نحت من الصخر ،  
بل حفر داخل الحجر الطين الصلب الذي يتميز به المنطقة ، كما تم تصوير المصهرج  
بأحجار كبيرة من أجل ترسيخ جدرانها ، كما عثرنا على قناتين صغيرتين محفورتين في سطح  
التل الجاور ، تؤديان بماء المطار من سطح التل إلى حوض طين صغير ، قبل أن يدفع  
به إلى المصهرج .

ولقد كشفت دراسة الظواهر المحيطة عن وجود بقايا منازل ، وكثير من الآثار  
الخزفية الإسرائيلية المبعثرة فوق المنطقة . ولا تنف فائدة الآثار الخزفية عند حد تحد يد  
التاريخ الصحيح للمصهرج بل أن وصف التواء لآثار الملك " عزياج " يؤيد هذا التاريخ .  
فلقد أقام أيضا بروجنا في الصحراء ، وحفر عديدا من الآبار ، لأنه كان يعيش التدبير  
والاعتناء ( الحوليات الثانية ٢٦ : ٢٠ ) . وفوق قمة التل الذي يطل على ( المصهرج )  
عثرنا على اطلال حصن .

ولم يترك التصميم المسطح أو الأسلوب الذي يتم به تشييد أسواره أدنى شك في  
أننا نرى وسط اطلال مستعمرة إسرائيلية قديمة ، يرجع تاريخها إلى عصر الملك يهوذا .  
وكانت تلك هي أول مرة في منطقة النقب يجرى تاريخ دقيق لمصهرج جمع مياه المطار ، وللحصن  
والمنازل التابعة له . أنها تعود إلى العصر الإسرائيلي - أي حوالي ( ٢٧٠٠ سنة ) مضى .

ولقد أوحى لنا هذا الكشف بأجرا مسح شامل لمنطقة " ميشور هارواخ " وهي  
تغطي مائة كيلو متر مربع ، وتحتوى على سهل يشته في طوله حوالي ( ١٥ - ٢٠ كيلومترا ) ،  
وعرضه من ( ٥ - ٨ كيلومترا ) . ولقد حقق هذا البحث نتائج ، إذ وجدنا أن  
المنطقة كلها مليئة بعشرات من مصهرج جمع مياه المطار التي ترجع إلى نفس الحقبة  
التاريخية . وفوق ذلك ساقطنا الصدف إلى كشف جديد فتح أمامنا آفاقا جديدة في البحث ،  
ففي أثناء عودتنا ذات مساء إلى معسكرنا لاحظنا وجود اطلال منزل منفرد يقع في واد صغير ،  
ولم تكن الاطلال تغطي أكثر من ١٥ - ٢٠ مترا مربعا وفي وسط هذه الاطلال كان يسير



حجران كبيران يبدوان كما لو كان عمودين لا يتجاوز ارتفاعهما ما  
مبيرا واجيداء ، وكانا يمثلان الطارا للنبأية ، وكان  
العلام قد بدا يرخى سدوله على الوادي ، ولم يكن الوقت متأخرا ليمسح بالبحث في الموقع ،  
فقلنا عائدنا الى معسكرنا ونحن أكثر ما نكون شوقا للعودة الى زيارة الأطلال . وفيهضنا  
مكرين في الصباح التالي ، وفي هذه المرة انضم الى فريقنا الدكتور "يوهانان أهارون"  
عالم الآثار المشهور ، ولدى وصوله الى الأطلال تعرف على العمودين على الفور  
باعتبارهما من نمط وأسلوب البناء السائد في الجزء الشمالي من فلسطين خلال العصر  
الاسرائيلي .

كان هذا هو النموذج الأول لهذا النمط من البناء الذي اكتشفناه في النقيب  
وسرعان ما دفعنا الى البحث عن آثار القطع الفخارية من أجل التحقق من فرضه ونظريته ،  
ولقد عثرنا على مئات القطع الأثرية التي يعود تاريخها الى تلك الحقبة ، وبما يؤكد  
ان المنزل يرجع الى عصر ملكة يهوذا . والى جوار المنزل مباشرة كانت هناك مزرعة مسورة  
وصهريج صغير يوفر المياه للاستعمال المنزلي . وكان المنزل والجدران المسورة والصهريج  
تكون في مجموعها وحدة متكاملة . ولقد عثرنا بذلك على مزرعة اسرائيلية قديمة في قلب  
النقب يعود تاريخها لأكثر من ٢٦٠٠ عام . وفي أثناء البحث في سهل آخر في النقيب  
وهو سهل "ماترادا" (رامات ماترية ، هضبة النقب الوسطى) اكتشفنا وجوه قديمة  
كاملة ، تعود أراضيها الزراعية الى نفس الحقبة .

فما هو الدافع الذي حفز هؤلاء الناس الى الاستقرار في الصحراء ؟

وفي أثناء عصر الحكم ، وفي عهد الملك داود حوالي ( ١٠١٠ - ٩٧٠ ق م )  
نضجت ملكة يهوذا وتحولت من مجرد مجتمع قبلي مهلهل الى امة ذات نظام مركزي متماسك  
ولم يحدث ان احكمت سيطرتها على ساحل البحر المتوسط ، وقد يمتد وجهها شطر النقب  
والبحر الأحمر . وتروي قصص التوراة ، ان الملوك الذين خلفوا داود بن سليمان ثم  
"جيهوشافات" و "عاسا" ثم "أزياح" من بعده ، قد اولوا النقب أهمية أكبر  
من أولاهما اباهما الملك داود .

فالملك سليمان ، على سبيل المثال ( ٩٧٠ - ٩٣٠ ق م ) طوّر مناجم النحاس  
شمالا لاهل ، كما أنشأ ميناء "اتريون جبير" على ساحل البحر الأحمر حيث أجرى تجارته  
مع أفريقيا والجزيرة العربية ، بل مع الهند ولفسان ازدهار هذه الممرات التجارية  
كان من الضروري ان تبقى طرق النقب البرية مفتوحة وآمنة من افارة العصابات الصحراوية ،

ومن ثم ففي أثناء عصر ملكة يهوذا ، شيدت شبكة من الحصون على طول الطرق الرئيسية  
للمنطقة ، ولقد اكتشفنا احد هذه الحصون بالقرب من صهريج "ميشور هارواخ" .

وكانت مواقع هذه الحصون تحدد على نحو استراتيجي فوق قمم التلال المطلية  
على الصحراء ، وعند مفترق الطرق الرئيسية ، كما كانت تقع باستمرار بالقرب من موارد  
المياه ، وحيثما لا توجد منابع مياه كانت الصهاريج تحفر لجمع مياه الامطار من سفح  
التلال ، ومن ثم كانت توفر امدادا كافيا بالمياه للحاميات الموجودة . ولقد أقيم كثير  
من الحصون بالقرب من الاودية الخصبة ، كما شيدت بعض المزارع المسورة بالقرب من  
الحصن كما عثرنا على عدة حظائر قديمة مبنية من الجدران الحجرية مقامة على شكل  
دائرة بالقرب من المزارع ، وكانت تتصل في بعض الاحيان بالحقل المسورة ، مما يؤكد  
ان المستوطنين كانوا يرعون المواشي وهي على الأرجح الاغنام والماعز .

ولقد استمرت فترة الرخاء والاستقرار هذه ثلاثة أو أربعة قرون حتى بدأ الوهن  
يدب في أحوال الحكومة المركزية حوالي القرن السابع او السادس ق م ، وفدت أضعف  
من ان تذود عن مواقع النقب وحامياتها . ولقد دمر البابليون ملكة يهوذا تدмира  
حين فتحوا اورشليم ، وأضحى البدو سادة على النقب ، وبارت التجارة والمواصلات مما  
أدى الى هجر المستوطنات الزراعية .

وفي عصور متأخرة اى بعد العودة من المنفى في بابل الى ارض يهوذا ( القرن  
الخامس ق م ) وفي ظل حكم "هاسمونيان" ، لم تكن سلطة ملكة يهوذا قد بلغت  
درجة من القوة تسمح باستعادة سيطرتها على النقب ، ولم يخضع الا جزء من النقب  
يضم خالوتزا ، وأفدات للسيطرة الا فترة وجيزة ابان حكم "الاسكندر جانيوس" من  
ملوك الهاسمونيان ، ومن القرن السادس الى القرن الثالث ق م لم نجد علامات على اى  
استقرار في النقب ، على ان فترة الازدهار في النقب قد ابتدأت في نهاية القرن الثالث في  
العصر النبطي الروماني البيزنطي الذي استمر من ٨٠٠ الى ٦٠٠ عام . وكان النبطيون  
هم ارعيل الاول . ولقد ورد اول ذكر لهم في روايات المؤرخ الاغريقي (ديودورس  
سيكولوس) ( القرن الاول ق م ) الذي يحكى عن وقوع حملتين فاشلتين عام ٣١٢ ق م  
جردهما "انتيجونوس مونوفثاليموس" ( اى المسمى انتيجونوس لاعور ) . وكان قائدا لدى  
الاسكندر الأكبر ، وحارب ضد النبطيين . ومن الواضح انهم كانوا ينتمون الى احدى  
القبايل في جنوب الجزيرة العربية ، لكن اصولهم الحقيقية وتاريخهم القديم كانت من



الامور التي لا تزال مجهولة . وصف ( ديودوراس ) هذه القبائل بانها من الرعاة الرحل وكانت تشغل بالتجارة ، وقد كتب يقول : " ان عددا كبيرا منها يجلب البخور والمر ، وأغلب المطور التي يجلبونها من الجزيرة العربية والتي تعرف باسم " العربية الحميدة " الى المحيط " وكانت تجارة الشرق الاقصى والهند والصين والجزيرة العربية ترد وتتقل بواسطة قوافل الجمال عبر طريق وصفه الجغرافى الاغريقى استرابو ( القرن الاول ق م ) من " الهجرة " ( مدائن صالح ) عن طريق ( تبوك والبتراء ) ( معان ) الى دمشق أو عبر النقب عن طريق عابودا ( افدات ) لتصل الى موانئ غزة او العريش . وكانت السلع تصل الى منطقة " الهجرة " سواء من " الجرجاء " الواقعة على الخليج الفارسى او من " ليوى كوى " على البحر الاحمر . وان مئات النقوش النبطية التي عثرنا عليها في كل مكان اخترت الطرق التجارية لدليل واضح على مدى اتساع هذه الرحلات .

ولقد كانت تجارة رائجة للغاية تعود ببيع وغير ، اذ كان الطلب كبيرا على مثل هذه السلع الكمالية مثل التوابل والمطور الهندية والعربية والحرائر الصينية . ولما كان النبطيون يحتكرون هذه التجارة فقد استطاعوا التحكم في الاسعار ، وازدادوا قوة وثراء . ويرى الكاتب الرومانى " جايوس " بلينيوس سيكوندوس " ان اسعار هذه السلع كانت ترتفع مئات الاضعاف بين العربية الحميدة وبين غزة . ولقد شيد النبطيون المدن ، والحصون والمواقع الاستراتيجية ، وأنشؤا المستوطنات التي أصبحت معاقل دائمة على طول الطرق الرئيسية من اجل حمايتها ، كما شيدوا خمس مدن كبيرة نسبيا في النقب وافدات وشفتا و " الخالوتزا " و " كورنوب " و " نيتزانا " ، هذا على الرغم من ان عاصمتها كانت في " البتراء " التي تقع على بعد بضعة اميال شرقى وادى عربة . ولقد التى التقييب الجزئى في ( الافدات ) و ( شيفاء ) خلال السنوات القليلة الماضية اضاءا جديدة على تاريخها . ولقد كشفت ( افدات ) عن آثار مستعمرة نبطية يرجع تاريخها الى القرن الثالث ق م . هذا على الرغم من ان الحصن الرئيسى ( الاكروبوليس ) وغيره من الابنية ترجع الى تاريخ متأخر الى عصر لاحق ، ربما كان القرن الاول ق م . ولم تفصح حفائر منطقة ( شفاء ) عن أثر لى مستعمرة قبل القرن الاول ق م .

ولقد تمكنت الامبراطورية النبطية بفضل انتشار التجارة وازدهارها من تأمين نفسها وحماية اركانها . ولقد كانت المملكة وهى في ذروة سلطانتها تمتد من منطقة الهجرة في الجنوب الى بلاد سوريا في الشمال وإلى دمشق . ونحو الشرق كانت الحدود

متطابقة مع حدود الأردن في الوقت الحاضر . واستثناء ساحل البحر المتوسط كانت منطقة النقب تدعى - بشكل يقينى - الى النبطيين في ذلك العصر ، وكانوا جاورين لملكية " هاسميريا " ولقد امتزج تاريخ الملكتين من القرن الثانى ق م وما بعده .

وفي البداية كان الود يسود العلاقات بين الدولتين . وقد كتب المؤرخ " جويوس فلافيوس " ( ٣٢ - ٩٥ م ) يقول : " اما بالنسبة لـ " يهودا الكاين " وأخيه " جوثانان " فقد عبرا نهر الاردن ، وبعد ان قطعوا مسافة ثلاثة أيام في السير وصلوا الى النبطيين الذين رحبوا بهم في سلام . ولقد تزوجا منهم مثلما حدث من ( زواج " هيرود التتراكى " ) الذي تزوج بنت الملك ( أرتاس الرابع ) لكن هذه العلاقة الودية لم تدم ، اذ انه عندما رغب ( هيرود ) في طلاق زوجته حاربه الملك " أرتاس " كما ان المطامع الاقليمية للدولتين اتسع نطاقها ، وأدى الامر الى اصطدامهما ، ولقد كثرت غزوات النبطيين واليهود لاراضى بعضهما البعض . وأثناء حصار اورشليم ( القدس ) تحالف النبطيون مع الرومان .

ثم بدأ أنول نجم الامبراطورية النبطية مع صعود نجم الرومان في مصر والشرق الأوسط قوة وسلطانا . وما أن أصبحت روما مركزا للثروة والنفوذ حتى وجدت النخبة الحاكمة ان تبعيتها للنبطيين ولتجارهم أصبحت أمرا مزعجا . ووجد هذا القرن السابع ق م . انهم يتدخلون في شئون النبطيين ولكن يضاعف الرومان من نفوذ النبطيين انشؤا طريقا تجاريا جديدا ، وأضحت السلع تنقل بالقوارب الى " ميوس هيرموس " على البحر الاحمر ثم تنقل برا الى مدبرة " ققط " وتنقل من هناك الى الاسكندرية عبر نهر النيل .

وبذلك اضمحلت أهمية طرق القوافل القديمة بسبب هذه المنافسة ، وانهار بشكل مطرد اساس ازدهار الثروة النبطية ، وسرعان ما حلت نهاية استقلالهم كشعب من الشعوب .

وفي عصر الملك " رابيل الثانى " عام ١٠٦ م " احتل ( كونيلىوس بال ) قائد الامبراطور " تراجان " بلاد النبطية دون مقاومة وضم هذه البلاد الى الامبراطورية الرومانية باعتبارها ولاية عربية " البتراء " وجعل ( بوسترا ) العاصمة الجديدة لبلاد من البتراء .



ولم يلق الدمار بالمدن النبطية وبقي السكان في منطقة النقب . وبذلك خرجت السلطة المركزية من يد النقب ، وطغت المصالح الامبراطورية على الامور المحلية الداخلية ، وازاء الاهبة المعادة لبلالجر وطريق التجارة الشالي . لم تعد ارض النقب هي الطريق الاول للتجارة بين الشرق والغرب ، بل اصبحت بدلا من ذلك ولاية تقع على الحدة وتربط فيها قبائل الجيش لحراسة حدوده الامبراطورية الرومانية ضد القبائل الرحل في الصحراء وضد تسلل الاعداء .

على ان الرومان عجزوا عن حطية النقب باستقرار ، ولقد وجد العلامة افراهام نجيف " علامات توضح ان ارض ( افدات ) كانت نهبا لغارات المغيرين خلال القرن الثاني الميلادي . ويؤي العلامة ( افراهام نجيف ) ان النقوش العديدة في النقب عثر عليها بالقرب من المدينة ، وهي النقوش المكتوبة باللغة السودية والسفدية ، ونقوش سامية قبل الاسلام تدل على وقوع غزو خارجي خلال هذا العصر .

وبالرغم من ذلك لم تهجر مدينة ( افدات ) هجرة دائمة ، فنحن نعلم ان المعبد والحصن والاحياء الرومانية الباقية تعود كلها الى منتصف القرن الثالث الميلادي .

فخلاص ذلك فان احد النقوش اليونانية يدل على ان المعبد كان مخصصا لعبادة الالهة " آفروديت " والاله " زيوس " عام ٢٦٨ م .

وفي عام ٧٣٠ م اسس قسطنطين مدينة القسطنطينية عاصمة للامبراطورية الرومانية وفي عام ٣١٢ انقسمت الامبراطورية بين روما الشرقية وروما الغربية . وخضعت النقب لسلطان روما الشرقية ، ولاخلت انذاك عصرا ازدهرت فيه مشروعاتها التجارية ، فلقد أغلق الطريق البري الى الشرق الاقصى بسبب الحوب المستمرة مع الفرس . وكان امام التجار فرصة الاختيار بين الطريقين الآخرين اما على طول ساحل فلسطين ، مروراً بمر نحو كلزم - اى السويس او الى ابلات ، ثم عبر النقب ، ومن ثم ازدهرت مدينته ( ابلات ) و - يروى " يوسيبوس " ( ٢٦٠ - ٣٤٠ م ) عن وصول سفن قادمة من الهند ، حيث اخذت كثير من التجار طريق النقب . ولقد كان ثمة طريقان رئيسيان للقبائل في النقب : احدهما عبر ( خالوتزا ) و ( افدات ) والثاني عبر " كورنوب " .

وكانت للمنطقة اهمية عسكرية ضخمة بالنسبة للامبراطورية النبطية ، وكان من شأنها ارض عازلة في وجه القبائل الرحل الدائمة العدوان من الصحارى المجاورة .

وقد أقام البيزنطيون في المدن حاميات من السكان المحليين الذين يعملون بالزراعة ، وفي الوقت نفسه يؤدون الخدمة العسكرية . وهؤلاء الجنود الزراع الذين يؤدون عملا مزدوجا هم اسلاف انه ادهم في اسرائيل اليوم حيث يؤدى جنود مستعمرات الناحال نفس المهمة .

ولقد خلف العصر البيزنطي اثرين واضحين على منطقة النقب : الكنائس العديدة وآلاف الكباوتيرات من الأسوار . والكنائس ذات اهمية خاصة ، لأنها تحدد دخول المسيحيين الى ارض النقب التي ترسخت رسميا بالعرسوم الشهير الذي أصدره " ثيودوسيوس " عام ٣١٢ م .

وتدل العياني والمنشآت الدينية العديدة في منطقة ( شيفتا ) وآثاره على ان عدد السكان الكنسيين أى رجال الكنائس كان كبيرا . وفي ( افدات ) يستطيع ان نتبع بدقة كافية عملية انتشار المسيحية . ولقد شهد الحكام البيزنطيون كنسهم ، واستخدموا في تشييدها اوروبا في اعادة تشييدها البناء الحجري الجميل للمعابد النبطية الرومانية .

وانما أعاد البناء البيزنطيون استخدام الاحجار الجميلة ، فقد ضموا ورتبوا على نحو يخفى الرسوم النبطية الرومانية عن أعين الموجودين ، داخل الكنيسة . ولقد كانوا يحاولون ، من شأن تدوير الذكريات الباقية للرموز الاصلية عن المسيحية وتدل الكنيستان الراضعتان في " افدات " والحاطة بمئات المنازل الخاصة على ان البيزنطيين في هذا العصر كانوا على قدر رفيع من الثقافة والازدهار .

وتجنى منطقة الشيفتا بازدياد ماثل للازدهار والثقافة . فجه ان الكنائس الثلاث الضخمة في ( الشيفتا ) مكسوة بالحجر ، ولابد ان الخطأ كان سخيا للأديرة المجاورة حتى تعمل مثل هذا المجتمع الكنسي الكبير ، والحقان افضل يعوده المسيحية باعتبارها الدين الرسمي . في جلب بعض مظاهر الرخاء في النقب ، ولقد عقب " آفريو " عالم الآثار بقوله : " ان فلسطين قد تحولت من ولاية ضيقة الى اراض مقدسة تحظى باهتمام الاباطرة " . ومعياره اخرى أصبحت فلسطين في هذا العصر ارضا مقدسة . ولقد صو الموح " يوسيبوس بامفيليس " اسقف القيصريه ( ٢٦٠ - ٣٤٠ م ) هكذا التناقض بالنسبة للعصر الروماني السابق ، انه روى ان الحاكم " فيرميليانس " ( ٣١٠ ) لم



يكن قد سمع مطلقاً باسم اورشليم ( القدس ) .

أضحت فلسطين مهد المسيحية وقلب العبادة الدينية لامبراطورية مترامية الأطراف . ولقد استشر الأباطرة من الرجال والنساء أممالات طائلة في تشييد المباني ونسج أوجه الخير في البلاد كلها ، كما أن المحسنين به أقنع ديني كانوا على دين ملوكهم ، أي اقتفوا أثر ملوكهم في الصدقة والاحسان . ولقد تولد من هذا السيل المتدفق من الأموال رخاء عظيم انعكس على المؤسسات الدينية في النقب .

وأضحت مدينة ( شفتا ) قلب الحياة الدينية أي قلب حياة الرهبنة ، ويبدو أن الرهبان والنسك قد أووا إلى مساكن صغيرة فوق تل " مشرفة " القريب .

واعتج هذا البعث الديني في أرض النقب بتشيد الأديرة وإسوامي سيناء ، ومن بينها دير سانت كاترين ، وأضحت قوافل الحج مصدر دخل في مدن النقب ، التمسى استطاعت أن توفر الطعام والشراب بأثمان باهظة . والواقع أن الفياكه والخضروات الطازجة كانت اسهاماً عظيماً تقدمه أرض النقب إلى الامبراطورية .

أما الزراعة التي زرعت زراعة كثيفة ، وكذلك أنظمة جمع المياه ، فقد باغت شأواً من التطور خلال العصر البيزنطي ، واستغل مهندسوها كل نقطة من مياه الأمطار سنواً لأغراض الزراعة أم للأغراض المنزلية ، بل أن مياه الأمطار التي كانت تتساقط من فسوق الأسقف وتصرف في الشوارع كانت تستغل أفضل استغلال .

وابان حكم " جستنيان " الأول ( ٥١٨ - ٥٦٥ ) كان الحكم البيزنطي قد بلغ عصره الذهبي ، ولكن سرعان ما تبدت بعد ذلك البوار والاولى الواضحة لاضمحلال هذه النقب .

أما نهاية القرن السادس ، وبداية القرن السابع فقد كانت فترة أزمة اقتصادية وثقافية ودينية وعسكرية للامبراطورية كلها .

وخلال حكم الامبراطور " هرقل " ( ٦١٠ - ٦٤١ ) لم يمد في مقدور البيزنطية أن تحي ولا يأنسها الجنوبية ، ففي عام ٦١٢ فتح الفرس مدينة انطاكية ، و عام ٦١٤ فتحوا القدس ، ونهبوا مدينة ( أفداس ) عام ( ٦١٩ - ٦٢٠ ) على أرجح التقديرات . ولم ينجح ( هرقل ) في طردهم من امبراطوريته الا بشق النفس ، وبألرفم من ذلك فأننا نعتبر

حتى عام ٦٣٦ على كنيسة صغيرة شهدت في " أفداس " وكذلك نلاحظ إعادة تشييد بعض المباني .

وسرعان ما اكتسح المد الصاعد للإسلام الخطقة كلها ، وفي عام ٦٣٥ فتح العرب دمشق ، و عام ٦٣٦ م دحروا هرقل في معركة " اليرموك " المصرية ، و عام ( ٦٣٧ - ٦٣٨ م ) فتحوا القدس ، و عام ( ٦٤١ - ٦٤٢ م ) فتحوا مصر ، وفيما بين أعوام ( ٦٣٧ - ٦٤١ م سقطت أرض النقب في أيدي العرب .

لكنهم ( أي العرب ) لم يدعوا المدن ، بل أن السكان هم الذين هجروا منازلهم تدريجياً ، وبحلول القرنين الثامن والتاسع ، كانت مدينة ( أفداس ) ( أو عبادات ) قد تعرضت للخراب ، وتحولت إلى أطلال وكتب العلامة ( افواهام نيبيف ) يقول : " أنه من الواضح من حفرياتنا في الخازل البيزنطية أن الأسرة تلو الأسرة كانت تحزم متاعها ، وتنقل إلى أماكن أخرى . ويرحيل هذه الأسر اضحلت الزراعة وكل الانجازات العظيمة للمهندسين . وليس ثمة ما يصف تدهور النقب وخرابها وصفاً حيوياً أفضل من الفقرة التي يختتم بها " بالمر " تقرير رحلته في النقب عام ١٨٢٠ إذ يقول : " منذ أزمان بعيدة ، أعلنت كلمة الرب أن أرض الكنعانيين والعبريين سوف تصبح بيداء قاحلة ، وأن سكان الجنوب سوف تدعزل ، ولن يفتحها أحد ( الاصحاح ١٣ - ١٩ ) .

ولقد رأينا حولنا الترجمة الحرفية لهذه اللغة الخفيفة وجدنا جدران البنايا الأصم ، والحقول ، والحدائق التي تكتنفها الأسوار ، وجدنا كل دلائل النشاط البشري ولكن لم تبق سوى الاسماء الجوفاء والهياكل الحجرية للحضارة ، لتحكي ماضي هذه البلاد . وهناك قامت المدن القديمة ، التي لاتزال تسمى بأسمائها القديمة ، ولكن لم يكن هناك - أثر للحياة اللهم الا السحالي التي كانت تجري فوق الجدران الشهيدة أو اليوم التي كانت تنعق فوق العرصات الخاوية .

أما أسباب تدهور النقب في ظل الاسلام فهي معروفة واضحة ، إذ لم يكن لدى الحكام العرب المسلمين في النقب أي دافع ديني أو عسكري للحفاظ عليها . ولم يمد لتجار القوافل أهمية ، وكان حدود الامبراطورية العربية التي تحتاج للحراسة بواسطة المواقع العسكرية الامامية تقع بعيداً تجاه الغرب ، وتركزت النقب آخر الامر للبدو والرحل الذين حاولوا دائماً اختراقها والتسلل اليها ، وأصبح الهدوء ساءة للنقب خلال



الأعوام الألف والثلاثمائة التالية ، وكتب بالعربى عن الله ويقول : " حيثما يذهب الهدوء يجلب معه الخراب والعنف والاهمال ، وإن تسميته بأين الصحراء تعتبر سببا له - فزنى الصحراء مدينة بوجودها له ، كما خضعت له سهول خصبة عديدة طرد منها سكانها المجدين الناعمين كما حدث لجنوب البلاد التى أضحت بيضاء قاحلة وجرداء " .

وحيث عاش عشرات الآلاف من السكان فى رخاء وازدهار تجده ان الهدوء لا يكادون يعيشون الا على الكفاف ، فالانظمة الزراعية تركت دون عناينة للخراب ، وأصبح الفيضانات او السيل المانحة للحياة رفيا سبق مصدرا لله مار ، وقد أدت الى تآكل الأسوار تدريجيا .

وكان الله يستخدمون فى أماكن متفرقة قطاعات محدودة من المزارع القديمة لزراعة محاصيل هزيلة .

وهكذا ضاعت جهود هائلة ومستمرة عبر أجيال بسبب الاهمال وسوء الاستعمال من جانب البشر .

وغل البدو حكاما للزقب الى منتصف القرن العشرين حين تأسست دولة اسرائيل وسرعان ما شيدت مدن ومستعمرات جديدة على طول الطريق الرئيسى من يهر معج المسسى ايلات ، من اجل فتح طرق التجارة القديمة من جديد .

ومن السابق لأوانه ان نمدح حكمتنا على الحضارة الجديدة فى الزقب ، ولن يتساح ذلك الا لمؤرخ المستقبل ، اذ سوف يتمكن من القول الى أى مدى واجهت هذه الحضارة تحديات البهيمية ، وأصبحت تغرض ارادتها على الصحراء .

## الفصل الرابع

### الزقب .. اقليم صحراوي

يروى المرشدون للسائحون الذين يستقلون يوميا سياراتهم الفارهة الفخمة وسط الزقب انهم يسرون وسط صحراء ، ولكن اذا تسأل احد السائحون : " ما هى الصحراء ؟ " فقد يعجز المرشد عن الاجابة ، وإن له ذلك ؟ فالعلماء انفسهم قد اختلفوا حول تعريف الكلمة . وهناك أسباب ذاتية وأسباب موضوعية لهذه الصعوبة . اما الاسباب الذاتية فهى تنشئ من ان الصحراء تعنى لعالم الجيولوجيا ( الاحياء ) ما لاتعنيه لعالم الجغرافيا ، وتعنى لعالم التربة شيئا يختلف عما تعنيه لعالم الجيولوجيا او لعالم الأرصاد الجوية . وكل عالم من هؤلاء ينظر الى الكلمة والاصطلاح من زاوية الخاصة .

فقط يتعلق بعالم النبات تشل خصائص الزراعة والنبات معيار الحكم ، ومن يمين هذه الخصائص ندرة الغطاء النباتى وشح ، ثم فلية انواع وفصائل نباتية معينة ، ونسبة الاشجار .. وهكذا .

اما عالم الجغرافيا فان وجود بعض اشكال الارض مثل السهول المغطاة بالقطع الحجرية او المنخفضات الخالية من أى شئ ، التى تحتوى على بحيرات ملحية مؤقتة ، تعتبر خصائص هامة فى الصحراء . وبالنسبة لعالم التربة وعالم الجيولوجيا فان الصحراء تتميز بانماط نموذجية من التربة ، وعمليات جوية محددة . اما بالنسبة لعالم الأرصاد الجوية ، فان هذه المعايير كلها ليست بذات أهمية ، فهو يعرف الصحراء بحسب تحرك كتل الهواء الجاف .

وجميع هؤلاء العلماء محقون فى تعريفاتهم ، ولكن ذلك لا يصدق الا اذا نظرنا الى الصحراء من الزاوية المحددة لكل تخصص من تخصصات العلماء .

وهذه الامور صعبة بسبب وجود انواع متباينة من الصحراء من حارة الى باردة ،



ومن صحر شديد القسوة الى اخرى معتدلة . الى اشياء صحر ، كما انه من الصعب تحديد الانتقال من نطاق الصحراء الى نطاق الحشائش .

ومن بين اساليب التصدي لهذه المعلومات توسيع نطاق التعريف الى اكبر قد ممكن ، بحيث يشمل منهج العلوم التي تتناول الصطاري ، وتتخذ للهداية في هذا الصدد نقطة مقياس الرطوبة الذي ابتدعه " ثورنثويت " . وهذا المقياس يصف العلاقة بين سقوط المطر والتبخير والرشح ( اي المياه المفقودة في الجو من التربة بواسطة التبخر من النباتات عن طريق الرشح في ظل ظروف التوافر الاثل للمياه ) وبين المياه المتاحة للنباتات .

وحيثما يكون معدل التكثيف معادلا للتبخير والرشح المحتمل طوال الوقت ، وتتوافر المياه بالقدر المطلوب ، فلن يحدث نقص او زيادة في المياه ، ولن يكون المناخ رطباً او جافاً ، ومع ازدياد نقص المياه بالنسبة للتبخير المحتمل يصبح المناخ جافاً ، ومع ازدياد فائض المياه تزداد رطوبة الجو ، وإذا حدث فائض في المياه ولم يطرأ اي نقص فـ كان العلاقة بين فائض المياه والحاجة للمياه تمثل مقياساً للرطوبة . وبالمثل اذا حدث نقص في المياه ولم يحدث فائض ، فان النسبة بين نقص المياه والحاجة اليها تمثل مقياساً للجفاف . هذا هو موجز نظرية " ثورنثويت " .

ومع افتراض هذين المقياسين ، يخلص ثورنثويت الى مقياس شامل للرطوبة هو :  

$$\frac{100 \text{ فائض} - 60 \text{ نقص المياه}}{\text{الحاجة للمياه}}$$

ولقد اتاحت هذه المعادلة للعالم " ثورنثويت " ان يضع عدة ( مناطق رطوبة ) تتطابق مع انماط المناخ . فالقيم الموجبة للمليتر من الرطوبة ( التي تتراوح من صفر الى عشرين ) تشير الى مناخ شبه رطب ، ومن ٢٠ الى ٨٠ الى مناخ رطب . اما القيم السالبة من صفر الى ٢٠ فتشير الى مناخ جاف شبه رطب ومن ٢٠ الى ٤٠ الى مناخ شبه جاف ، ومن ( ٤٠ الى ٦٠ ) الى مناخ جاف . ومن ثم فالصحراء تتميز بمقياس رطوبة سالب كبير ، وتقع منطقة الرقب كلها داخل المنطقة التي ينطبق عليها المقياس ( ٤٠ الى ٦٠ ) على حين يتراوح مقياس الجزء الشالي من اسرائيل فيما بين ( صفر الى ٦٠ ) .

اما الاسلوب الذي اتبعه " كوهن " و " جايجر " لتصنيف انواع المناخ ، فيأخذ في اعتباره سقوط الامطار السنوي ، ومتوسط درجة حرارة اقل الشهور وأبرد ها ، ومعدل الرطوبة ، وخصائص الموسم الجاف .

وبالنسبة لكل منطقة ، تأخذ هذه المعلومات ومعبر عنها في جرد رمزي . وحين ينطبق هذا الاسلوب على اسرائيل نجد معظم المنطقة الجنوبية من الرقب تندرج في نطاق المناخ الجاف ( يرمز له بحروف B W N S ) الذي يعني ان المنطقة صحراوية حارة ذات امطار شتوية ، ومن ناحية اخرى فان معظم الرقب الشالي يندرج في نطاق مناخ اقليم الحشائش الى مناخ الحشائش الحارة ذات المطر الشتوي .

ولا يرعى اي نظام من هذين النظامين مدى التباين في سقوط الامطار ، وهذا عنصر بالغ الاهمية في موضوع الصحراء لان امطارها شديدة الذبذبة ، ولا يمكن التنبؤ بها . ويمكن استخدام اساليب عديدة لقياس هذه الذبذبة في السقوط ، ومن الاساليب الشائعة في القياس نسبة التباين ( حاصل قسمة التباين ) وهي نسبة المعدل السنوي الاقصى لسقوط الامطار الى المعدل السنوي الادنى لها . وهذه النسبة لصحراء الرقب شديدة الارتفاع ( ٨ - ٥ ) اما نسبة حيفا فهي ٣ / ٤ ونسبة جريزيتش ٢ / ٨ .

ومعرف عالم التربة انواع الترباء في الصحراء بانها غير نامضة وفيرة في المياه العذبة ، عالية الملوحة احيان كثيرة ، وغنية عادة بالجبس ( الجص ) . اما بالنسبة لعالم الجغرافيا وعالم الجيولوجيا ، فهناك ثلاث ظواهر من جملة اشياء اخرى تتميز الصحراء : وهي البريق الصحراوي ، والارضية الصحراوية وانكاس الهواء . وغالبا ما تكون صخر الصحراء وحجارتها مكسوة بطبقة سوداء لامعة تسمى اللعان او البريق الصحراوي وتغطي الساحات الصحراوية الشاسعة بالحجارة والحصى التي تكون الارضية الصحراوية ( او الرصيف ) الصحراوي اما الانكاس اذ ينتقل الرمال والتراب بواسطة الرياح والتعرية بالرياح ، فتقوم به هارام في تعرية السطوح الصحراوية .

ونجد ان عالم النبات يدرس ظاهرة النبات التي تجمع - بشكل غير مباشر - بين جميع خصائص المناخ والتربة .

والصحراء بالنسبة لعالم النبات تتميز بندرة النبات ، ولافتقار شبه الكامل الى



الأشجار باستثناء الطحالب والشجيرات الصحراوية فإن الصحراء تفتقر على مساحات شاسعة خالية من أي نبات . أما النباتات الهائلة فهي توجده في مواقع تباعدة ومتناشرة ، وإن كان نموها في الأودية قد يكون فزيرا ولكنه يقتصر على هذه المناطق المحدودة ( نباتات محدودة ) .

والآن ، إذا عرفت لنا أن تلخص هذه المداخل والمخارج العددية ، فإننا نقتصر التعريف التالي للصحراء . الصحراء منطقة يكون فيها مقياس الرطوبة منخفضا أي - ٤٠ وتميز كذلك بمناخ جاف بحسب المعادلة المناخية عند " كوبين " ونسبة سقوط الأمطار شحيحة والذوبان مع نسبة تباهن تصل إلى خمسة رجا أو أكثر . وفي ظل هذه الظروف تكون التربة غير واضحة ، ونظرا لأن النبات يجمع بين كل هذه العوامل فسوف يكون قليلا وندبا . أما الأرضية الصحراوية أو الوصف الصحراوي والبري - صحراوي فهي ظواهر عامة وظاهرة الانكماش أوضح ما تكون .

وهذه الخلفية يمكن أن ننظر إلى بعض الظروف المناخية الخاصة بالزئبق ويرى السبب في أننا نعتبرها من الصحراء ، وقد سبقنا أن قلنا أن مقياس الرطوبة وتصنيف كوبين به لأن على أن الزئبق ينطبق عليها الشرطان الأولان لتعريفنا . أما الاشتراط الثالث فيبقى بأن يكون سقوط المطر شحيحا وذوباناً وأن نسبة التفاوت خمس رجا أو أكثر .

ولا تسقط الأمطار في إسرائيل إلا في الشتاء . وفصل الصيف طويلة وجافة وحارة ويرتبط سقوط الأمطار بالانخفاضات ( أي انخفاض الضغط البارومتري ) التي تحدث في فصل الشتاء فوق البحر المتوسط المركزة فوق منطقة قبرص .

وفي الصيف ، تتجه هذه المنطقة نحو الارتفاعات التي تفرض الجفاف على إسرائيل والزئبق ، وتوضح خريطة سقوط الأمطار في إسرائيل أن المتوسطات السنوية في منطقة الزئبق تتراوح بين ٢٥ - ١٠٠ ملمتر على حين نجد أن المتوسط في إسرائيل الشمالية أعلى بكثير إذ يصل إلى ١٠٠ ملمتر أو أكثر في الجليل الأعلى .

أما تناقص معدل التكثيف السنوي من الشمال إلى الجنوب في إسرائيل فهو يرتبط بمسافة بعد المناطق عن مركز المنخفض الشتوي من شرق البحر المتوسط ، فالمنطقة الأكثر بعدا عن مركز المنخفض ، تقل كمية المطر التي تتلقاها ، والزئبق بعدد نسبيا عن مركز المنخفض ، ولا تتلقى إلا قدرا من المطر أقل مما يهبط على الشمال .

على أن هناك جمل من الأدلة المنخفض جنوب قبرص ، وفي هذه الحالات ، تنبع الزئبق أقرب إلى مركز المنخفض . وقد سجلت مع لاء قصوى لسقوط الأمطار في سيناء والزئبق وتؤكد مقارنة سقوط الأمطار السنوية في الزئبق ظاهرة عدم الذوبان العالية في سقوط الأمطار على منطقة الزئبق ، وخلال السنة التسع الأولى من ملاحظة مناخ في منطقة ( شيفتاه ) والدراسات ، تمريض في هاتين مثالين لعام جفاف شديد ، أعقبه عام من أكثر الأعوام طمرا حتى أن سجلناه . وكان عام الجفاف الشديد هو عام ١٩٦٢ - ١٩٦٣ حين سجلنا ٢٤ ملمتر في منطقة ( الشيفتاه ) ٢٨ ملمتر في منطقة ( شيفتاه ) . وفي العام التالي ، كدنا نغرق في المياه حين هطلت على ( أنطاه ) كمية من الأمطار بلغت ١٥٢ ملمتر ، وعلى منطقة ( شيفتاه ) ١٤٥ ملمتر .

وسمة نوع مناخ من الذوبان يطلق عليه اسم ظاهرة تبخر المطر ، تنبع حين نقيس معدل سقوط الأمطار فوق منطقة معينة خلال عاصفة مطرية واحدة ، ولقد وضعنا في منطقة ( أنطاه ) ( ٢٠ ) مقياسا للمطر في منطقة مساحتها ( ١٠ ) هكتار من أجل دراسة هذه المشكلة . وكان أعلى قياس يبلغ ٣ ضعفا لأن تسجيل لنفس اليوم .

كما أجرينا دراسة على عدد الأيام الممطرة في العام التي تسود منطقة الزئبق وسجل الأرقام أن هناك تسقط ١٦ يوما مطيرا في السنة في مرتفعات الزئبق ، يزيد معدل سقوط الأمطار في ١٢ ضعفا على ١٦ ملمتر واحد ، وفي ثلاث ضعا يزيد معدل سقوط المطر على ( ١٠ ) ملمتر واحد .

ولا يتوقع سقوط مطر يصل إلى ( ٢٥ ) ملمترا في اليوم الواحد إلا مرة كل عامين ، ولا يحتل سقوط مطر يصل إلى ( ٥٠ ) ملمترا في اليوم .

وفضلا عن ذلك فإن أكثر من ( ٨٠ % ) من سقوط الأمطار في الأيام الممطرة لا يحدث في شكل رجا ، خفيفة تقل عن عشرة ملمتر .

وبالإضافة إلى الخصائص الواردة في تعريفنا ، فإن الصحراء - الزئبق - بشكل خاص - ثلاث خصائص مناخية أخرى . فالقيم ( المتوسطات ) السنوية للمطر ( بالملمتر ) من المياه من سطح البحر ( كشيفتاه ) المسجل في مكتب الأرصاد الجوية الأمريكي ( ١ ) ، وكذلك من متوسط الرطوبة النسبية ، بحسب النسبة المئوية ، باعتبارها ، مشرا بدل من جفاف الهواء ، وجعل الأشعة الشمسية ووزن السحابة الحرارية بالكمبيوتر الواقعة على كل



سنتيمتر مربع من سطح الأرض في السنة ، باعتبارها مقياساً للطاقة المبعثة من الشمس .

وتتحرك متوسطات البحر في شمال إسرائيل بين ١٣٠٠ - ١٦٠٠ ملليمتر ، أما في الجنوب ، وباستثناء المنطقة الساحلية فهي تتراوح بين ١٧٠٠ - ٢٧٠٠ ملليمتر . أما متوسطات الرطوبة النسبية والأشعاع الشمسي فهي تتراوح بين ( ٦٥ % - ٧٥ % ) ، ١٨٢٠ سعراً حرارياً ( كيلوجرام ) على السنتيمتر المربع ١١٥ - ٢٠١ كيلوجرام سعراً حرارياً على السنتيمتر المربع في العام أو أكثر في منطقة الجنوب .

وتتميز كل هذه البيانات بالانخفاض ، باعتبارها صحراء ذات منسوب شديد الانخفاض من حيث المطر ، ورطوبة نسبية منخفضة ، وأشعاع شمسي عال ، وطاقة عالية للبحر ، فدرجات الحرارة التي تيسر بالآلات موضوعة داخل ستارة معيارية لقياس الظواهر الجوية وضعت على ارتفاع مترين تقريباً فوق سطح الأرض ، وهي على أي حال لا تدل على درجات الحرارة الموجودة على السطح أو ما فوقه مباشرة حيث تنمو الغورحات .

وقد قمنا بقياس درجات حرارة الأرض في منطقة ( أفديا ) ووجدنا أن هذه الدرجات الحرارية تنخفض من نقطة التجمد خلال ١٥ - ٢٠ ليلة كل عام بحيث تهبط إلى متوسطات - ٤ إلى - ٥ درجات مئوية ، وهذه حقيقة بالغة الأهمية تؤثر في نمو النباتات في الظروف والأحوال الصحراوية ، فضلاً عن ذلك وجدنا أننا نستطيع أن نقسم الجنوب إلى إقليمين مناخية فرعية والإقليم الرئيسية الثلاثة هي الإقليم الساحلي وإقليم الهضبة ، وإقليم أيلان .

ومناخ إقليم الشريط الساحلي شبه صحراوي ويتصف بمواسم شتاء معتدلة ، ومواسم صيف حارة وحد هذه المنطقة البحر المتوسط من الغرب ، ولهذا تأثير ملطف على المناخ الصحراوي . وفي هذه المنطقة المعروفة باسم ( نيراسحق ) نجد أعلى متوسط للرطوبة النسبية ، وأقل مجمل للبحر ، ومقياس للجفاف ( نسبة مجمل البحر السنوي النسبي مجمل كمية الأمطار السنوية ) وأقل اختلاف بين درجات حرارة أكثر الشهور حرارة وأكثرها برودة ( ١٣ مئوية ) ، أما مجمل البحر السنوي فهو شديد الانخفاض ، أي حوالي ٢١٠٠ ملليمتر ، الذي جرى قياسه بمقياس بحر ( بيتش ) .

أما ارتفاع وسط الجنوب فيمدها مناخ الصحراء المعتدلة التي تتنازل بفضول شتوية باردة ، وفصول صيفية دافئة ، وتعتبر منطقة " مترياح رامين " وأفديا نموذجيين

لهذه المنطقة . أما متوسطات مجمل البحر السنوي ، ومقياس الجفاف ، فهي أدنى بكثير بالنسبة لمتوسطات الصحاري الحارة ، وأن كانت بالرغم من ذلك أعلى بكثير من منطقة ( نيراسحق ) ومنطقة ( بيرسبح ) ومتوسطات درجات الحرارة في أشهر الصيف . من السنة تنخفض عن خط ١٥ مئوية . أما متوسط درجات الحرارة في أكثر الشهور برودة فهي الأدنى من كل المحطات الواردة ، ووجد أن متوسط الحد الأدنى للدرجات الحرارة هناك تقرب درجة حرارة الصفر في هذه المنطقة . وبلغ مجمل البحر السنوي ( ٣٠٠٠ ) ملليمتر على الأقل .

أما مناخ منطقة أيلان ، فهو يمتاز بموسم جفاف يستند طوال العام ، ومتوسط سنوي لدرجة الحرارة شديد الارتفاع وهو متوسط أشد شهور السنة حرارة ، وبمعدل سنوي شديد الانخفاض في مقدار الرطوبة النسبية ، ومجمل شديد الارتفاع في منسوب البحر ، ومقياس الجفاف ، ونسبة شديدة الانخفاض في سقوط الأمطار .

ولا يوجد شهر واحد يقل فيه متوسط درجة الحرارة عن ١٥ درجة مئوية . كما أن متوسط درجة الحرارة الدنيا لا يهبط عن ( ٥ ) درجات مئوية ، ولا يتعرض الإطلاق لخطر التجمد ، ولذلك فإن منطقة أيلان وهي نموذج لمنطقة عراية الجزيرية تعتبر ، من الوجهة المناخية ، صحراء ذات فصول شتوية معتدلة ، وفصول صيفية حارة ، أما فارق درجة الحرارة بين أكثر شهور السنة حرارة وأكثرها برودة فهو ١٩ درجة مئوية ، ويتناسب مع هذا التصنيف ويصل البحر السنوي إلى حوالي ( ٥٠٠٠ ملليمتر ) في العام ، أي بما يعادل ضعف نفس المعدل في المنطقة الساحلية شبه الصحراوية .

وقبل أن ننتمى من هذا البحث لمناخ الجنوب لا بد أن يذكر ظاهرتين نموذجيتين : سقوط الندى وهبوب الخمسين وما يعرف برياح " شاراف " باللغة العبرية ، ويتناول أولاً مشكلة ( الندي ) وقبلنا بناقش علماء البيولوجيا مشكلة وجود النباتات والحيتان في ظروف سقوط الأمطار في أدنى حدودها ومعدلاتها . تظهر مشكلة ( الندي ) باعتبارها مصدرًا للمياه ، وأن كل من لاحظ أو شاهد مثل هذا ( الندي الصحراوي ) سوف يفهم بسهولة لماذا يعتبر ذا أهمية بيولوجية كبيرة ، إذ أنه بعد ليلة زاهرة بالندى تغطي أشجار الطرفاء ( شجرة نجيلة الأعفان ) بفصوصها وأوراقها بماء الثقيل الثقيل التي تسهل مشاهدتها . وهي تلغ في شمس الصباح المبكرة وبذلك تهطل حشائش الصحراء الصغيرة ، وكذلك النباتات السنوية الصغيرة . ويظهر سؤالا : لماذا



تكرار حدوث الندى في الصحراء ؟ وما هي كمية المياه التي ينتجها ؟

وقد أوضحت المعلومات التي استقيناها من منطقة أفقات بما يشهد به شدة حدوث عدد كبير من الليالي الزاخرة بالندى ، وكذلك مقداراً سنوياً كبيراً من الندى كما تبين لنا أن الندى قد تكون بكميات كبيرة بالقرب من التربة ، وفوق التربة يزيد على ما يكون على ارتفاع متر فوق سطح الأرض . وقد حدثت أثقل كمية من الندى خلال شهر سبتمبر وأكتوبر ، ونوفمبر ، وأخف كمية في شهر إبريل ، ومايو ، أما المياه المتجمعة سنوياً بفعل الندى فقد تبلغ ٢٢ ملليمتراً ، ومن ناحية أخرى فإن الكمية الكبيرة في الليالي الزاخرة بالندى محدودة . بل إنها لاتصل في أكثر الليالي امتلاءً بالندى لأكثر من ٣٥ مم . بيد أنه يتوافر لنا سجل عظيم من سقوط الندى عام ١٩٦٢ - ١٩٦٣ ، حين تجاوزت كمية الندى السنوى في منطقة أفقات معدل سقوط الأمطار سنوياً وكان الندى في ذلك العام يقدر بـ ٢٨٤ ملليمتراً ، وسقطت الأمطار ٢٥٦ ملليمتراً . وسوف نبحث في الفصلين السادس عشر والسابع عشر أهمية ظاهرة ( الندى ) لحياة النبات .

والخامس من رياح صحراوية جافة تطلق عليها اسماً مختلفاً في الشرق الأوسط . وهي تهب في إسرائيل من اتجاه شرق الجنوب الشرقي بعد أن تكون قد عبرت صحراء شبه الجزيرة العربية ، وصحراء شبه جزيرة سيناء ، وهذه الرياح على درجة من الجفاف فالرطوبة النسبية تنخفض فيها انخفاضاً حاداً ، أي من عشر درجات مئوية بشكل عام ، ودرجات الحرارة شديدة الارتفاع . وقد تبلغ ٤٢° مئوية أو أكثر في منطقة ( أفقات ) وقد سجلت درجات حرارة في وادي " عرابية " بلغت ٤٨° درجة مئوية .

وبان درجات الرطوبة في الجو ( الهيجروجرام ) يقال على ما يحدث في أيام الخامس من . وقد بدأ رياح الخامس من يوم الأربعاء ٢١ أكتوبر ١٩٦٤ ، وبلغت ذروتها في يوم الجمعة والسبت التاليين . وفي يوم الجمعة ٢٣ أكتوبر بلغت درجة الرطوبة النسبية لفترة وجيزة جداً ( ١٠٠ % ) في الساعة الثامنة مساءً ، على حين أنها انخفضت عند الظهر في اليوم التالي إلى ( ١٠ % ) ، وفي الساعة الثامنة مساءً لم تتجاوز ١٨ % .

والتأثير الفسيولوجي لرياح الخامس من على الإنسان والنبات والحيوان بالغ الشدة ، وتطرح رياح الخامس من تحدياً خاصاً لجميع الكائنات الحية في الصحراء .

## الفصل الخامس

### أشكال الأرض ومظاهر السطح

لا يمكن لكائن أن يبقى حياً إلا إذا تفاعل وتكيف باستمرار مع البيئة ، التي تشمل مجموعة متكاملة من العوامل مثل : التربة ، والمياه ، والجو ، والضوء ، والاشعاع ، ودرجة الحرارة ، والرياح ، والرطوبة ، وهكذا .

والبيئة الخاصة التي يعيش فيها كائن أو مجتمع خاص تسمى في عرف عالم البيولوجيا الموطن ، أو البيئة الحبيبية ولما كانت الصحراء تحتوي على النباتات ، والحيوانات ، والإنسان ( الموطن الصحراوي ) فهي تتألف من مواطن كثيرة شديدة التباين ، والمواطن بالنسبة لعالم الجغرافيا هي أشكال الأرض مثل الأودية ، والحدود ، والجسور ، والصدوع ، والشقوق ، وما شابه ذلك . ويكون جعلها مظهر السطح ( اللاند سكيب ) في موقع محدد . وإن الشكل والتربة ، والطبوغرافيا والتركيب الجيولوجي ، والتكوين الصخري لمظاهر السطح كلها عوامل تؤثر في حياة جميع الكائنات ، ويصدق هذا بشكل خاص على الصحراء ، حيث يعجز النبات الشحيح النادر عن حماية الكائنات الحية من الظروف الخارجية القاسية .

ولا يشذ الإنسان عن هذه القاعدة بالمقياس من الأساليب والطرق التي ابتدعها ، والتي يمكن أن تحوّل - إلى حد ما - من القبول البيئية ، وذلك بشكته من خلط أشكال الأرض الصحراوية الخاصة به . ولقد تكيف تطور الإنسان في الماضي ، وكذلك سلوكه الاجتماعي ، وتاريخه إلى حد كبير عن طريق نوع مظهر السطح الذي عاش فوقه .

وبين ثقافات وحضارات الأسكيمو في الشمال القطبي حتى الحضارات الأفريقية في الأحراش الاستوائية نجد انبعاثاً متبايناً من الشعوب والأمم والقبائل ، وكلها تعكس ظروف بيئتها . وكلما ازدهرت قوة الظروف ازدهر وضوح تبعية الإنسان واعتناقه على بيئته وتعاضلته ضرورة تكيفه معها .



وتتيح لنا الزراعة الصحراوية القديمة في النقب نموذجاً ( كلاسيكياً ) لعملية التكيف . ولم يتمكن الإنسان من الزراعة في الصحراء إلا بمواكبة مشروعاته مع مظاهر السطح ، وتكيفها مع أشكال مناسبة من الأرض . ولابد لنا من التعرف على أشكال مناسبة من الأرض ، ولابد لنا من التعرف على أشكال الأرض الصحراوية وتكوينها وأصولها وفهم القوى التي تغيرها باستمرار من أجل أن نفهم الموطن الصحراوي فهمًا كاملاً .

ومظهر السطح مثله مثل الكائن الحي ليس بالظاهرة الثابتة ، وإن كانت التغيرات أبطأ من أن تدرك خلال الحياة القصيرة للإنسان واحد ، فمظهر السطح هذا وحده ديناميكية لها تاريخها وتطورها الخاص . وهناك أيضا تفاعل بين القوى أي العوامل الداخلية والخارجية مثل المياه ، والرياح ، وبين العناصر الداخلية لطبيعة صخورها وتكويناتها الجيولوجية التي تحدد مع تطورها . كما أن عامل الانتخاب الطبيعي الذي يعتبر مسن خصائص تطور الكائنات ، يفعل فعله في تكوين مظهر السطح .

وسوف نصف بإيجاز ندى ، الأحوال الجغرافية الطبيعية لمطقة النقب .

يتخذ النقب شكل المثلث المتساوي الضلعين ( متساوي الساقين ) ، قاعدته تجاه الشمال ، بحيث تجرى أو تمتد من نقطة بالقرب من غزة على ساحل البحر المتوسط إلى شواطئ البحر الميت . ومن هاتين النقطتين ، يمتد ضلعاً المثلث حوالي ٢٠٠ كم جنوباً إلى رأس المثلث عند إبلات ، عند الطرف الشمالي لخليج العقبة . وتجاه الغرب تلتقي حدوده تقريباً مع صحراء سيناء ، وتجاه الشرق تلتقي مع المملكة الأردنية ، وتجاه الشمال الغربي تلتقي النقب تدريجياً مع السهل الساحلي لشمال إسرائيل أو ما يعرف باسم شيفلا . وتجاه الشمال تلتقي النقب بتلال يهودا وصحراء يهودا ، بدون أي خط واضح للحدود . كما أن حدود الجنوب الغربي غير واضحة المعالم ، إذ أن النقب وصحراء النقب في شمال سيناء تكون وحدة جغرافية وبيولوجية . ولا تميز بوضوح سوى الحدود الشرقية ، فهي تشكل في وادي عربة الأخدود الضيق شديد الانحدار المسمى بالصدوع ، وهو يفصل بين النقب ومرتفعات إبلات .

ومن الوجهة الجغرافية الطبيعية ، فإن المثلث الواسع الذي يشكل في النقب والذي يحتل حوالي ١٢٠٠ كم مربع ( حوالي ثلاثة أضعاف دولة إسرائيل ) يتألف من أربع مناطق رئيسية : النقب الشمالي ، والنقب الأوسط ، والنقب الجنوبي ، ومنطقة عربة . أما النقب الشمالي وقلبه مدينة ( بير سبع ) القديمة والحدثة فيصرف مياهه

في البحر المتوسط والبحر الميت . والنقب الأوسط وقلبه اطلال مدينة عمدات القديمة يتألف من أحواض عدد من الأودية الكبيرة التي تصرف مياهها في منطقة عربة .

وهذه الأودية من الشمال إلى الجنوب هي : ناحال " تسين " ( وادي الفقراء ) وناحال " نيكاروت " ( وادي سيق ) وناحال " باران " ( وادي جيراني ) وناحال " هيون " ( وادي خيجاني ) .

أما النقب الجنوبي الذي يمكن أن نطلق عليه تبعا لعصره الجيولوجي وتكوينه الصخري نقب ما قبل " العصر الكبير " والصخور النارية المتحولة ( انظر الفصل السادس ) فهو الامتداد الشمالي الشرقي لمرتفعات جنوب سيناء . ثم نجد أخيراً منطقة عربة التي هي شريط طويل ضيق يمتد من مدينة إيلات على خليج العقبة إلى عين غدي على البحر الميت .

وهذا التقسيم للنقب تقسيم عام ، ويتحتم أن نقسم النقب الشمالي والنقب الأوسط إلى أقاليم فرعية إضافية ، لكل منها طبوغرافيته وتربته ومناخه ونباته .

#### ١ - النقب الشمالي

##### أ - الشريط الساحلي

هذا الاقليم الفرعي شريط ضيق حيث يتأخم النقب البحر المتوسط جنوباً إلى غزة ، وهو يتألف أساساً من كثبان رملية حديثة متحركة وشبه متحركة ، ومن حقول رملية ، ومواد ترسبت بعد أن نقلتها السيول في الأودية التي تصرف مياهها في البحر المتوسط . وهذه الرواسب الطبيعية تكون تربة بنية جافة ، تمتاز بالخصوبة حين تروى . أما الطبوغرافيا فهي مستوية نسبياً ، والنباتات المائدة تمثل شجيرتين هما : الشجيرة المعروفة باسم شجيرة المكينة البيضاء ، والشجيرة المعروفة باسم ماجبر ششون ونوعين من الحشائش هما : بوش جراس وحشائش الزوان .

##### ب - السهل الشمالية الغربية وسفوح التلال

ويحتوي هذا الاقليم الفرعي على اطلال مدينة شيفتا القديمة ( السموتية ) و " نيتزانا " و " نيسانا " و " تلموجة " و " خالوتزا " و " الخلاصة " و " العلوفا " و " الروخية " و " رحبوت هانقب " وهي منطقة



تشمل سهولا مطوية ومستوية او تتسع في عرضها لتبلغ ٣٠-٦٠ كيلومترا ،  
تفصل بينها التلال والجروف ، كما تتألف اساسا من صخور عصر الايوسين  
وبدرجة أقل من الحجر الجيري من عصر السيمومانيان وعصر "السنيونيان"  
وكذلك من الطباشير المتداخل مع طبقات روكامات الصوان الاسود.  
وتتراوح ارتفاع هذه المنطقة من (٢٠٠) الى (٤٥٠) مترا فوق سطح  
البحر ، وقطع هذه السهول عدد من الاودية الكبيرة التي تستمد منابعها  
من المرتفعات الوسطى ، مثل ناحال بير سبع وناحال "لافان" وادي عاببار  
وتصرف مياهها في البحر المتوسط .

اما تربة الجزء الاكبر من المنطقة ، وخاصة السهل الجنوبي لبيير سبع  
فتتكون من الطفل الرملي الدقيق الحبيبات ذي اللون الرمادي المائل للاصفر  
المائل للبنى ، وتغطي هذه الحبيبات كل مظاهر السطح ، وتبلغ في عمقها أحيانا  
عدة أمتار . وهي تستقر - بشكل غير ثابت - على قاع صخري دون أى انتقالات  
الى الحجر الجيري السفلى . وهذا الفصل المميز بين القاع الصخري والتربة يدل على  
ان التربة لم تتكون في موقعها بفعل تجوية الصخر الاساسى ( وهو حجر جيري فسي  
العادة ) كما انها لا ترتبط بها الصخر من حيث النوع . وهذه الرواسب المسماة  
بالطفال متجانسة ، وغير مرتبة طباقيا ، وتتألف غالبا من رمل شديد النعومة وجزئيات  
طفلية . وتظهر هذه التربة على خريطة التربة في صورة تربة صحراوية طفلية رمادية اللون  
أو تربة طفلية جافة بنية اللون ، ويحتاج اصطلاح ( طفال ) الى شئ من التوضيح ، اذ  
لا يشابه الطفال عندنا والطفال المعروف في شلل اربا واوكرانيا او الولايات المتحدة  
لكن هذه الانواع كلها تشترك في صفات واحدة فهي ناتجة عن هبوب الرياح أى تحملها  
الرياح في أصلها ونشأتها . وهي تتكون من تربة ناعمة وجزئيات ترابية نقلتها الرياح عبر  
مسافات كبيرة .

وان انخفاض في سرعة الرياح ووجود حواجز ( ميكانيكية ) سوف تؤدى الى  
ترسب بعض التراب ، كما ان المطر يؤدى الى ترسب معظم الجزئيات ، وهذه الجزئيات  
تتراكم كرواسب متزايدة بشكل بطئ في المناطق التي يكون فيها النبات كافيا لمنع تطاير  
التراب مرة أخرى بعد الترسب . وربما تحمل هذه الرواسب مرة أخرى الى مكان آخر ،  
وعلى النطاق المحلي ، فهي تنحدر اسفل المنحدرات وتتراكم في منخفضات في شكل ترسبات  
اكثر سمكا مما هي عليه فوق المنحدرات . اما على النطاق الواسع فهذه الترسبات تحمّل  
بفعل مجارى السيول ، ثم ترسب على السهل الفيضية حيث تحملها الرياح مرة أخرى .

وتختلف تكوينات الطفال المتنوعة في أصلها وتتابعها الزمنى . والرأى بصفة  
عامة ان مصدر طفال النقب هو صحراء سيناء حيث تؤدى عملية التجوية الى الامداد المستمر  
بالجزئيات الترابية .

ومن ثم فان النقب الشمالى ، والنقب الاوسط منطقة صحراوية هامشية حيث يترسب  
فوقها ( الطفال ) . ويمكن ملاحظة مناطق رواسب طفالية ماثلة في اماكن اخرى من  
العالم ، مثل التركستان ، وآسيا السيوفيتية ، وصحراء جوسى وشمال الصين . ويحدث  
انتقال التراب في الوقت الحاضر مثلما كان يحدث في الماضي سواء في هذه المناطق ام  
في أرض النقب . وكل من تعرض لمناخ ترابية هجاء في النقب تؤدى الى انخفاض مدى  
الروية الى بضعة سنتيمترات ، يمكن ان يتأكد ان هذه العمليات لازالت تحدث الى اليوم .  
وعلى النقيض من ذلك نجد المنشأ والتتابع الزمنى ( للطفال ) في اجزاء كثيرة من اوروسيا  
والولايات المتحدة ، فخلال العصر الجليدى ( عصر البلايستوسين ) كانت الرياح التي  
تهب فوق الركامات الحجرية المجزأة من الانهر الجليدية والخالية من اى نبات عند  
حواف الانهر الثلجية الهائلة ( فوق الاراضى التي تبلغ درجة من البرودة لا تسمح باعاشة  
النبات - كانت هذه الرياح تنقل الجزئيات الدقيقة في حركة ( انكماشية ) وترسبها فوق  
اماكن اخرى ( طفال قبل جليدى ) وتراجع الانهر الجليدية ، توقفت هذه العملية ، ومن  
ثم فان هذا النوع من الطفال هو نوع من التربة الحفرية لم يعد يتشكل او يتكون .

وطفال النقب ليس متماثلا ، لكنه يتخذ عددا من الاشكال ، اما طفال سهل بيير سبع  
فيكاد يكون رواسب هوائية ( اى رياحية ) في معظمه . وكلما اقترب من الكثبان الرملية او  
الحقول الرملية يصبح ( طفالا رمليا ) لان الرياح تخلطه بجزئيات الرمل . وهذا يصدق ،  
مثلا على التربة الموجودة بالقرب من مستعمرة ريفيغيم التي تقع جنوب شرقى منطقة منسدة  
من الكثبان الرملية الداخلية . وفي المرتفعات الوسطى والتخوم الجنوبية الشرقية  
للسهول الشمالية . تراكم "الطفال" بشكل اساسى في قيعان الاودية  
والمنخفضات . على حين نجد التلال والهضاب والمنحدرات الجبلية عارية من هذا الطفال  
اما طفال قيعان الاودية فهو مزيج من الطفال الهوائى ( الرياحى ) والطفال ( الفيضى )  
وهو يتكون جزئيا من الطفال المعاد نقله بواسطة الرياح من السهول الشمالية ، ومن  
جزئيات الطين الناعمة المنقولة بواسطة الرياح ومياه السيول من المنحدرات المحلية  
الجاورة . وسبب طاقة هذا الطفال في استيعاب المياه اى قدرته على اختزان المياه فهو  
يكون تربات عالية الخصوبة حين تتوافر المياه . وهذا يصدق بصفة خاصة على الطفال



الرمل ، فيسهل تحرب المطر الى اعماق ابعده ، ومن ثم لا تضع بالبحر سوى نسبة متناهية من رطوبة التربة . وهذا يساعد على ايجاد غطاء نباتي اوفر ، يزداد رسوخا في مناطق الطفال الرمل .

اما المنطقة المتأثرة بعوامل التعمرية حول مدينتي ( نيتزانا ) و ( شيفتا ) القديمتين على سفوح التلال الشمالية الغربية للمرتفعات الوسطى فتختلف اختلافا كبيرا عن الاجزاء الاخرى للمنطقة . وهنا نجد ان مياه السيول قد قطعت في بعض الاماكن الوهاد والادوية والاخاديد من الهضبة الهوائية الفيضية الاصلية كما ان مياه السهول ملات في اماكن اخرى المنخفضات بالتربة المتقولة مرة اخرى . اما بقية المنطقة فهي مغطاة بتربة صحراوية كلسية منحلة ذات لون بني رمادي وهي درجة من الطلحة ( ٥٠ % الى ٣٠ % من مجمل الاملاح الذائبة ) كما انها مليئة بالحصى ( ٢٠ % - ١٠ % من الحصى ) وهذه التربة مثلها كمثل معظم التربة الصحراوية تربة غير ناضجة ، لانها لاتزال تحتفظ بطبيعة الصخر الاصل التي اشتقت منه . وتغطي جوانب التلال والاراضي المستوية بالحصى واجزاء الصوان ، وعلى علماء الجيولوجيا هذا الغطاء من جدارة ( الارضية الصحراوية ) ( الرصيف الصحراوي ) وسوف نبحث هذه الظاهرة بالتفصيل فيما بعد .

وتحتوي هذه المنطقة او هذا الاقليم الثانوي على تركيبين من الرمل الصحراوي ( الحقول الرملية ) والكتبان الرملية الداخلية الشاسعة في المناطق الصحراوية مثل الصحراء الكبرى والجزيرة العربية الخالي - موجودة بنفس الكيفية في قطاع واحد في مرتفعات النقب وفي البقع المنعزلة لمنطقة عرابة الجنوبية .

ونحن لانعرف على وجه التحديد الصيرة التي كانت عليها النباتات الاوليوية للسهول الطفلية ، لان الاستخدام او الاستغلال الزراعي للمنطقة قد حطم منذ امد بعيد غطاءها النباتي ، ومن الواضح ان هذا الغطاء النباتي كان في الاصل من نوع الحشائش الايرانية الطورانية . واذا تركت هذه المناطق دون زراعة فانها تنتج نباتات شبه طبيعية في صورة اعراب عناصرها الاساسية نبات السكران الصحراوي واسمه العلمي Hyos - Cyamus Muticus

ونبات في صورة حشائش صفراء واسمه العلمي ( At Chillea ) وتظل الرائحة النفاذة لهذا النبات الاخير باقية بعض الوقت في الهواء اذا سارت فوقه احدى السيارات

اما في المناطق الرملية فنجد نفس المجموعة النباتية هي التي تسود ، مثلها في ذلك مثل المنطقة الساحلية مع تفوق واضح للحشائش الاحادية البذر ، وتحمل التربة الصحراوية الصخرية الضحلة ، واحدة من اهم ثلاثة مجتمعات نباتية في صحراء النقب وهي تتألف اساسا من الاعشاب القزمية وصفة خاصة من نبات ال Bean Caper الى جانب نبات الروميريا الذي يفرز سائلا ملحيا وتغطي اوراقه بيلعراء ملحبة صغيرة ، اما في المناطق الفيضية الطفلية الهوائية فنجد ان الشجيرات الساحية الغضبية واسمها العلمي Salt Wood هي النباتات السائدة الى جانب حشائش ريشية خضراء الريشية البيضاء الطويلة حين تحركها المراح كما نرى كانت ارجاء بها تغطي الارض !

## ٢ - النقب الأوسط

### ١ - المرتفعات الوسطى :

تغطي هذه المنطقة الغربية الجبلية حوالي ٢٠٠٠ كيلومتر مربع وتحتوي على اطلال مدائن ( قزيب \* العتيقة \* مشيت ميس ) و ( عباد ) وتحتوي على مدن حديثة هي ديمنا ، وتل بئر خام ، و " متزاج رامين " وهي كوزة من سلسلة من الجروف والودية التي تمتد في اتجاه الشمال الشرقي والجنوب الغربي . وتراوح الارتفاعات فيها بين ٤٥٠ مترا ، ١٠٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر ، وعلى منطقة فيها هي ( هار رامين ) ( ١٠٣٥ م ) وتتدرج الجروف بالانحدارات بحفية تواجه الشمال الغربي مع سفوح شديدة الانحدار نسبيا تواجه الجنوب الشرقي . اما الودية الرئيسية بين الجروف المرتفعة فتعريفها يتجه الى البحر المتوسط والبحر الميت . ويتلاقى هذه الودية سهول فيضية ضيقة نسبيا ، وهناك بعض السهول الواسعة حيث لم تقطع الودية الارض الى منسوب مستقر القاعدة بالقرب من خطوط تقسيم المياه . وتتألف الطبقات الصخرية الكشوفية من حجر جيري من عصر الايوسين في الجنوب الشرقي ، ومن عصر الميوزوي ( عصر الحياة الوسطى ) ومن الحجر الجيري والرمل في مناطق اخرى . ولقد تعرض الحجر الرمل في بعض المناطق لعوامل ( التعمرية ) فتحول الى رمال تكون الكتبان الرملية الداخلية ، وحقل سهلية ( سهل ميشور بايين ) التي يمر عليها الواحل حين يسافر من ديمنا الى البحر الميت . اما النباتات السطوية فهي نبات " الرتم " من الفصيلة القزمية ، ونباتات اخرى من فصيلة ( Anabasis articulata ) .



والقرب من منطقة سيدى بوكير وعبادات نجد طبقات حجرية وقطعا مستديرة مسن  
الصخر والحصى من كل الاحجام المتراكمة فى كتلة واحدة . وان ندونة مكوات هذه  
الكتل الحجرية المتراكمة واستدارتها تشير ان بوضوح الى انها قد تضاعفت الى صورتها  
الحالية عن طريق نقلها فى المياه ، فتشكلت مثل الحصى الساحلى بفعل الاحتكاك الدائم  
وقوم الرى فى منطقة عبادات فوق شرفة تتكون بفعل هذا الزكام المتراكم . ونسبة  
ظاهرة فريدة وبارزة فى المرتفعات الوسطى تتألف من ثلاثة فوهات بركانية ( وعبادات ) تشبه  
بضعة كيلومتر ، ويبلغ عمقها مئات الامتار ، وعبادات محفورة فى الارض بفعل عوامل  
التعرية . وهذا ما يقف الشخص عند حافة أكبر هذه الفوهات وهو ما يسمى ( طوق ) رامين  
ويتطاع الى مركزها تقابل المين بجمجمة خلابة من المان الطيف . وفى هذه " الطوقية " الى  
جانب الطوقتين الاخرتين ، اكتسح عامل التعرية الطبقة العلوية التى تغطى  
الصخور الحديثة التكوين ، وبقى الصخر القديمة .

وعند الانتقال من الحافة الى " الطوقية " ذاتها نلقى نوا من الحجر الجبرى  
حول الجزء العلوى من الصخور الشديدة الانحدار ، ثم تعبر انواع الحجر الرطبى :  
الاحمر ، والاصفر ، والابيض من العصر الكرتاسى ( الطباشيرى ) النوى الادنى الذى  
ان تصل الى منتصف الطوقية او ( الوحدة ) فتلقى التكوينات الجيولوجية من العصر  
الجوراسية والكريتاسية القديمة والتى يتألف كثير منها من الحجر الرطبى النوى المتعددة  
الالوان . وكذلك تعرف براكين خامدة منذ زمن طويل ( من العصر الكرتاسى ) ( الطباشيرى )  
الادنى تلك البراكين التى تدفق انفجور منذ آلاف السنين بحجم بارز لثة سوداء . اما  
الجزء الاوسط فتقسمه سدود صخرية وتوابع من الصخور النارية التى تتخلل التكوينات  
الرسوبية ، وتكون نوا من التباين الشديد فيما بينها من حيث اللون والاتساق . وعلى  
حين يهبط الجانب الغربى من المرتفعات الوسطى هبوطا طفيفا نحو السهل الشطالية  
الغربية ، نجد - تحت الحافة الشرقية وماخمة لواءى عربية - سلسلة مقطوعة من  
الصخور وجمجمة لانهاية لها من الحروف البارزة الهابطة المتعاقبة خلال الاخوار الضيقة .  
ولاجرى فى منطقة عربية سوكونا بين كبيرين هما وادى " ناحال زين " و " وادى الفقرا " .  
الذى يمتد مع وادى عبر وادى رامين ، ولقد خفر هذان الواديان أخاديد عميقة  
شديدة الانحدار عن مرتفعات الرقب بحيث اتسعا فى شكل مراح شهبالية عريضة تجاه  
منطقة عربية .

ويحتوى نصف الاقليم تقريبا على نفس تربة السهل الشطالية الغربية ، اما

النصف الآخر فيتألف من نتوء صخرية ، وتربا صخرية صحراوية ضحلة ، وكذلك من  
تربا حصية ، ومنحدرات ذات تربا حصاوية ، وطى صحراوى خشن . ولما كانت  
التربا الحصية تشكل الجزء الاكبر من الرقب الجنوبى الروسى فهى أكثر الظواهر  
الأرضية انتشارا فى منطقة الرقب كلها ، وكذلك فى صحراوات منطقة الصحرا العربية .  
والدليل العام لانتشار التربا الحصية هو وجود الغطاء الحجزى ( الرصيف  
الصحراوى ) الذى يغطى سطح هذين التكوينين . ومنطقة التربة الحصية تغطىها  
كتل أو اجزاء حجرية ، تظهر نتيجة لعملية ( التعرية ) الموقعية . وهناك غطاء من التربة  
الحصية على الأقل ، والتربة الحصية الصخرية ، والتربة الحصية التراكبية ( المتراسة )  
والصخور القاعدية الواقعة تحت الحصا الصخرية تتألف من صخور رسوبية وأرية ومحولية  
اما الاجزاء الدقيقة الناتجة بفعل ( التعرية ) والتفتت فى القاعدة الصخرية فتتفرق  
بعيدا . بفعل عملية الاخوا التى تقوم بها الرياح .

اما الاجزاء الحجرية المخلخلة الحادة الزوايا ، والتى لاتحملها الرياح لتقلها  
فتبقى كما هى . لتكون الرصيف الصحراوى . اما الرصيف الصحراوى للحصا المتراسة  
فيتألف من احجار مستديرة ذات احجام متنوعة ناتجة عن تكسرات تراكمية متراسة . حلل منها  
الاسمنت الطاسك للحصى الذى استدار بفعل المياه ، وذلك خلال عملية التعرية  
وتحمل ظاهرة الاخوا والفياضات الجزئية الدقيقة ، وتبقى الجزئيات الخسنة ، لتكون  
الرصيف الصحراوى . ويشمل كل نمط من نمطى الحصا قدرا ضئيلا من التربة ، ويوجد  
هذا القدر الضئيل فى ثنايا احجار الرصيف . وأفضل موقع لمشاهدة الحصا المتراكمة  
بالقرب من منطقة عبادات وسيدى بوكير .

وكلمة تخلل احد الاودية او السهول الفيضانية هذه الارض الحصاوية تتكون  
منحدرات ، وتنحدر الاجزاء او الفتات الحجرى من الرصيف الصحراوى بفعل الجاذبية .

ونطلق على مثل هذه السفوح " اشباه الحصاوات " وهى كثيرة فى سيناء ، ونرى  
منطقة الرقب التى هى صورة مصغرة من سيناء تنحصر الحصاوات فى بعض الهضاب الصغيرة  
نسبيا ، وذلك على سبيل المثال فى القمم الجبلية المسطحة حول منطقة ( عبادات ) .

اما الرصيف الصحراوى من سهول الحصى فهو لايتكون فى موقعه . واحجار الرصيف  
الصحراوى تتكون من الصوان والحجر الجبرى الصلب او الصخر الاخرى التى تقاوم التعرية .  
وحين يجاور سهول الحصى جبال الحجر الجبرى او الطباشيرى التى تحتوى على قواعد



صوان ، يمكن ان تبين كيف يحدث - بعد ان تكون التمرية قد فعلت فعلها وتحلل طبقات الحجر الجيري والطباشيري - ان ينحدر سيل من فتات الصوان فوق السطح ليكون الرصيف الصحراوي من حصي المستقبل . والغطاء الحجري من الحصص عبارة ما يغطي التربة بشكل واضح وتآلف المنتيمتر الاول والثاني العلويان من تربة رمادية خفيفة مليئة بالحصى الهوائية بحيث تظهر في شكل زبد .

وتجده الطبقة الهوائية الرقيقة وجد ان التربة الناعمة في شكل مسحوق وعلى درجة عالية من الطوحي . وتحيل الى الحمرة في لونها . وهذه الطبقة تغطي في حالات كثيرة تكوينات غير منتظمة الشكل من الجبس والملح . وكلما اهتر هذا الرصيف او اختل تركيبه لم يعد يوفر الوقاية للتربة السفلية من عامل الاخواء . ويمكن اثبات ذلك بإزالة الغطاء الحجري وتمرية التربة السفلية . ويمكن لاي رياح مهما تكن قوتها ان تبدد التربة في سحب من التراب .

ومن الاثلة الجيدة على مناطق الحمص ما يراه المسافر المتجه جنوبا ( جنوب هذه رامون ) في الطريق الى ابلات . فهناك لا يرى الا حمصا سودا . مسطحة تضفي على المظهر العام للمنطقة طابعا موحشا . وعلى الرغم من ان الحمص في هذا الموضع تغطي بضع كيلومترات مربعة ، وتبدو شامعة لانهاية امام المسافر - فهي لا تزيد على ان تكون فتاتا صفرا اذا قورنت بالحمص الموجودة في سيناء التي تمتد مئات الاميال المربعة .

ولن ينسى من اجتاز المنطقة بسيارته الجيب او بسيارة القيادة هذا المظهر الخلاب من صحراواتنا في حمص سيناء . ولا سيما وقت المساء حين تلعب السهول الشامعة بهريق اخاذ يعكس اشعة شمس الغروب . وسهل الحص والحمص لا تكون الا في ظلال ظروف شديدة الجفاف ، ومن ثم فهي تعد من مظاهر السطح النموذجية في صحراواتنا .

ونباتات سهل الحص والحمص فقيرة للغاية بشكل عام . ففي سهل الحمص تنمو النباتات اساسا وسط احجار الرصيف حيث تتراكم التربة . اما في سهل الحص فتتجمع النباتات في المنخفضات حيث تتراكم الامطار . والنبات السائد هو شجيرة *Anabasis articulata* غير المورقة ، وفوق سفوح الحمص والتربسات الصخرية الضحلة للارتفاع الوسطى نورد شجرتان قصيرتان هما شجيرة *Bean Caper* ونباتاتها المتصلة بها ، وشجيرة *Sage Brush* ونباتاتها المتصلة بها ، كما ان هناك

عدة من النباتات الاخرى مثل زهرة الشمس الى جانب ثلاثة شجيرات اخرى هامة هي *(Gymono Carpos Fruticosum)* ، *(Reamuria Palaestina)* ، *(Boea Mucronata)*

وحشائش سيناء ونبات البردي المعدى . ومعظم احجار الرصيف الصحراوي الطين بالحمص تتميز باللون الاسود في شكلها الخارجى فقط ، وان كانت اقل سوادا ففى داخلها . وهذا يتضح بسهولة اذا تحطمت قطعة من الحجر الجيري من الحمص وهذا اللون الابيض الداكن يتناقض بشكل صارخ مع القشرة البنية المائلة للسواد . وتظهر القشرة البنية الخارجية فوق الصخور النارية والصخور الرسوبية ومنها صخور الكوارتزيت والحجر الرمل والحجر الجيري ، وحجر الصوان والبالزيت ، وهي تعرف باسم البريق الصحراوي وهذا البريق الصحراوي لا يقتصر على كميات الرصيف الصحراوي بل يوجد ففى كثير من الاسطح الصخرية المكشوفة . والسبب في هذا البريق او " اللعان الصحراوي " يعود اساسا الى اكسيد الحديد والمغنيز ، كما انه ففى بعض من العناصر القليلة مثل النحاس او الكوبالت . ولكن كيف يتكون هذا البريق او ذلك اللعان ؟ ان احسد الاجوبة على هذا السؤال تقول : ان الله ( والمطر الى حد ما ) يبلل الصخور ، وتسرب جزئيا بحيث يفتت الكوات الصخرية . ويسخن الشمس للاحجار تتحرك المحاليل خلال الشعيرات نحو سطح الاحجار ، وازد تتبخر المياه وتتركز في السطح تتحول الى " بريق صحراوي " كما ان بعض المواد الكونية لهذا ( البريق ) قد نشق من التربة التحتية لهذه الاحجار ، او من اجزاء من التكوينات الخرسية الجاورة ، وذلك حين يتكون هذا ( البريق ) فوق الصخور الوضعية . الا ان هذه العملية الفيزيائية الكيميائية في التحليل والتبخير ، والتكثيف ليست هي السبب الوحيد في تكوين البريق او ( الونيش ) الصحراوي ، فالمركد ان للعطبات الجيولوجية زمينا في التكوين ، اذ ان نبات الاشنة والفطريات والطحالب القادرة على اكدسة المغنيز والحديد ، قد وجد حبة تحت القشرة الالامعة .

ولا تحدث تكوينات البريق الصحراوي هذا الا فوق الاجزاء الصخرية المقاومة نسبيا لعامل ( التمرية ) ، من انواع الصوان ، والحجر الجيري المحول جزئيا الى سيليكات والذي يتسم بدرجة من الصلابة ( اى الحجر الجيري الذي يحل فيه عنصر السليكا جزئيا محل عنصر الجير ) اما الحجر الجيري الناعم غير المتحول الى سيلكا فيتحلل بسرعة لا تسمح بتكوين هذا اللعان ، ويصدق نفس الشئ على الحجر الرمل . ويمكن ( للونيش الصحراوي ) ان يتكون فوق الحجر الرمل الذي تتماست فيه حبيبات الرمل بفعل عنصر



السيليكات ، ولكن هذا الورنيش لا يتكون اذا كانت الماء واللاصقة مكونة من الجبس أو الصلصال .

وهذا الصلصال الصخراوي الاسود الموجود فوق كتل وصخور الحجر الجيري المكشوف - قد اوحى عبر العصور للعديد من الرعاة والرحل لممارسة هواياتهم في الرسم والكتابة ولقد كانوا ينفقون رسوماتهم حتى تبرز حروف الصور والنفوش الفاتحة اللون وبسط تلك الخلفية الداكنة . وسور الوقت تصبح الاشكال والحروف والرسم التي تقام عليها العهد اقل وضوحا ، وفي النهاية تختفي كلها تحت الصلصال المتجدد للصخور القاعدية ، ولقد كنا نأمل في بداية الامر ، ان نجد القشرة الخارجية للرسم ذات الاوقات التاريخية المعروفة حتى يمكن الاستدلال بها على الوقت الذي يستغرقه تكوين هذا الصلصال الصخراوي ولكن خاب أملنا حين اثبتت الملاحظات ، ان سرعة عملية التجدد هذه انما هي في الحقيقة معدلة لكونها الصخور وللأحوال المناخية المحلية لذلك الموقع . ويختلف الامر اختلافا كبيرا بين ان يكون الرقش الصخري محفورا في الظل او معرضا للشمس .

#### (ب) منطقة النقب الرسوبية السفلى :

باتجاه المسافر جنوبا من بير سبع الى ايلات بعد المرور على منطقة "راكيتش رامون" يدخل الى منطقة طولها ( ٦٠ ) كيلومترا من الأرض القاحلة وتتراوح ارتفاعاتها من ١٠٠ الى ٤٠٠ متر فوق سطح البحر . اما السهل المسطحة المنبسطة فهي مغطاة بالحصب القاحلة التي يتخلل انبساطها الهضاب المستديرة والشديدة الانحدار . ويتخلل هذا الامتداد الرتيب من الأرض واديان كبيران هما : ناحال باران " و " ناحال هبون " اللذان يتجه تصريفهما الى وادي عربة . اما صخور الجزء الشمالي الغربي من المنطقة فهي مجموعة من الحجر الجيري ، والحجر الطباشيري ، والطفل الناعم ، وقواعد الصوان التي ترجع تاريخها الى عهد الايوسين وعهد الميوزوي ( حقبة الحياة الوسطى ) ، كما توجد بعض الاحجار الجيرية النوبية في المنطقة التي تتأخر اقليم النقب الجنوبي الذي يمتاز بصخوه النارية . ونظرا لان عوامل التعرية قد أشترت في هذا الحجر الرملي وحولته الى رمال ، نجد ان نوعين من النباتات يسودان المنطقة هما : نبات *Anabosis* ، ونبات *Zilla Spinoza* ولقد سبق لنا وصف الغطاء النباتي لكلا من المناطق الحصوية ومناطق الحصب - ومة ظاهرة أخرى في المنطقة ، هي ان الودية التي تتخلل هذه الاراضي تغطيها انواع عديدة من شجر الاكاشيا والتي تزدها شيوعا وانتشارا في اتجاه الجنوب الشرقي .

#### (ج) منطقة النقب الجنوبي ذات الصخور النارية

تمثل هذه المنطقة ظاهرة شديدة التناقض بالنسبة لبقية مناطق النقب ، ان ان الجبال النارية ( ذات الصخور النارية ) في جنوب سيناء قد امتدت عبر ساحل البحر الاحمر ، ووصلت الى داخل اسرائيل ، وذلك في مساحة ضيقة للغاية ( تبلغ حوالي ٧٠ كيلومترا مربعا ) الى الشمال الغربي من ايلات ، وهذه الجبال تضي على المنطقة في الجبال المهيب والايحيا بالعظمة والرهبة التي تغفيها جبال سيناء : مثل جبل موسى ، وجبل ( سانت كاترين ) ، وجبل سريال . وعلى النقيض من الصخور الرسوبية الحديثة في مناطق النقب الاخرى نجد ان هذه الجبال تتكون اساسا من صخور نارية ومتحولة اقدم عهدا ( من عصر ما قبل الكمبري ) مثل صخور الجرانيت ذات الحبيبات الرملية والحمراء الخشنة ، وصخور الديبريت السوداء الداكنة ، والصخر الصوانى ، والصخر المتبلور ، وحواجز من الحجر الرخامى موالين . ونما يشيع الحياة في اللبون الكتيب السائد في المنطقة بعض انواع الحجر الرملي النوى من اللون الاصفر والاحمر الذي يرجع الى مختلف الاحقاب الجيولوجية ، حيث يزداد السطح انبساطا تتكون انواع الحصب ، على حين تحمل احواض الودية الضيقة الطوى الصخراوي ، ومعظمه من الحصب الخشن المتخلف عن عمليات تجوية ( تعرية ) الصخور النارية والمتحولة .

اما الودية ذات الصخور الشديدة الانحدار فتكاد تخلو من الغطاء النباتى ، ولا تظهر الا بين ثنايا شرف الصخور بعض انواع نبات الكبر ، واسمه العلمى : *Capparis Cartilagnea* باوراقه الخضراء السمكة الداكنة الشبيهة بالجلد . واشهر نباتات الودية الخصبة هي اشجار الاكاشيا والاعشاب الشوكية الصالحة للاكل والنباتات الوردية الشائكة في النقب واسمها العلمى *Forshalea tenacissima* الواضحة امام عين زائرى منطقة ( ناحال شلومو ) وتمتاز اوراق النباتات الوردية الشوكية بانها ذات اطراف مدببة تلتصق الملابس بشدة بحيث يتعذر تنظيفها .

#### (د) وادي عربة

هذا الوادى الطويل نسبيا والعلى بالصخور الشديدة الانحدار يعتسب جزءا من الاخدود السوري الافريقى ، ويمتد من البحر الميت الى خليج العقبة على البحر الاحمر . مسافة مائة كيلومتر ، وتتفاوت عرضه ما بين ثمانية كيلومترات وعشرين كيلومترا . وتجاه الشرق ، نجد ان جبال عيديم المكونة من الصخور النارية وصخور الحجر الرملي النوى ،



### والصخور النارية المجروفة من الجبال المجاورة •

والقرب من البحر الميت نجد ان انواع التربة في وادي عربة تتكون من العناصر الطباشيرية ، وهذه العناصر الطينية الشديدة النعومة تأثرت بفعل عوامل التعرية فتحولت الى معطحات من اليابسة يتخللها عدد لا يحصر من الاودية الضيقة والنهيرات • وسبب الارتفاع الشديد في نسبة الملح فان هذه المعطحات الارضية تكاد تخلو من اى غطاء نباتي وتحتوى سفوح التلال كما يحتوى قلب الوداي على مساحات شاسعة من الكتبان الرملية المكونة من تعرية صخور الحجر الرملي المحلية وتحمل هذه الكتبان بعض الاعشاب الشوكية التي قد تصل الى حجم الشجرة وهو النبات السائد من مجموعة تحتوى على شجرة ( الرتم ) والشوكيات وغيرها •

وفي العديد من ظواهر الانخفاضات الطبوغرافية في اقليم وادي عربة يرتفع محتوى المياه المحلية الجوفية وقد تكونت المستنقعات المحلية لهذا السبب واكبر هذه المستنقعات يقع عند الطرف الجنوبي من البحر الميت على حين نجد مستنقعات اضيق مساحة في مناطق يوتقاتا وايلات وغيرها •

ودرجة الملوحة في هذه المستنقعات التي تصل الى ٢٠% وأكثر تنشأ من الاملاح القابلة للذوبان فلا تصح بنمو اى انواع من النباتات • وعلى النقيض من التربات المحلية الجافة في منطقة النقب ، نجد ان هذه المستنقعات المحلية رطبة طوال العام • وان وجدت في بعض المناطق انخفاضات مليئة بالمياه المحلية فسترة من العام • وتظل جافة طوال الجزء الباقي من العام • وهم النباتات القليلة التي تستطيع ان تتحمل ارتفاع نسبة الملح في المستنقعات والانخفاضات شجرة الطرفاء ونباتات اخرى ولا يمكن فهم هذه البيئة الصحراوية وعلاقاتها بظواهر السطح فهما كاملا دون بعض الالهام بالعمليات التي خلفت ولا تزال تخلق هذه المظاهر والتضاريس وسوف نركز على بعض هذه الظواهر ذات الاهمية الخاصة في شكل صحراء النقب وأهم العوامل التي تؤثر في شكل السطح هي الرياح والمياه المتدفقة والندى وخار الماء والكثافة والعمليات الكيميائية والبيولوجية وكذلك التغيرات في درجات الحرارة •

وهذه العوامل تخلق الظواهر الناتجة عن التعرية في شكل السطح وكذلك تؤدي الى ظهور الفتات التراكمي الناتج عن التعرية مثل الكتل الحجرية الكبيرة والاحجار والرمل والتراب التي يمكن للرياح والمياه نقلها وترسيبها في مناطق اخرى وسوف

نبرز آثار هذه العوامل في الصحراء ، مع التركيز - بصفة خاصة - على تجارنا وملاحظاتنا الخاصة •

سبق ان ذكرنا تأثير الرياح كعامل من عوامل التعرية والارساب في خلق الترسبات الطفالية ، والحقول الرملية ، والكتبان وللرياح تأثير آخر يؤدي الى ظاهرة التعرية ، والرياح في حد ذاتها ليست اقوى عامل موثر في الصحراء ، لكنهما وسط الفيا في القاحلة تصبح ذات تأثير تدويري كبير ، اذ لا يوجد غطاء نباتي يقاومها ، وعندما تهب الرياح في المناطق المكشوفة تحمل الجزيئات الرملية الدقيقة ، وتدفعها بقوة كبيرة ، فلا يصدها شئ • وكل من تعرض لمعاصف رملية حقيقة في الصحراء سوف يتذكر مدى الالم الذي يعانيه من الرمال اللامعة التي تهب فوق وجهه •

وسطح الصخور ، وخاصة السطح الناعمة يسهل تعريتها بفعل هذا التأثير الرملي اللامع للرياح ، الذي يخلق انواعا غريبة من مظاهر السطح • وان ظهر السطح الباني بدفع تيار هوائي شديد مضغوط يحمل بالرمل من الاماكن العالية الحديثة التي ابتكرها الانسان تقليدا لتأثير الرياح • ومن الطريف ان بعض التجارب الحديثة قد اثبتت في الاتفاق ان الرياح ولو لم تكن محملة بالرمل تصد تايي تعرية الاسطح الحجرية بتأثير دوراتها وغفوانها • وهذه التعرية الهوائية الديناميكية بفعل الرياح تفهم بعض مظاهر السطح الطبقيّة الناتجة عن التعرية والتي تتشعب من الاحجار الصحراوية مثل بعض انواع الاحجار الحصوية الخشنة •

اما اهمية الماء كعامل من عوامل التعرية في الصحاري فلم تكن تلقى القدر الواجب من الفهم والتقدير ، ولو في اقليم النقب على الاقل • ومن جملة العوامل المؤثرة التي تخلق مظاهر السطح المتغيرة في الصحراء ، نجد ان الماء اشدها واقواها تأثيرا وان كان هذا يثير الغرابة ، اذ ان الافتقار الى المياه او ندرة المياه هي التي تعرف معنى الحرارة • وان عملية التعرية الناتجة عن عامل الماء قد قسمت الى ثلاث مراحل تقليدية تتمثل في التعرية التي تحدث في السطح ، ثم تكون الاودية الصغيرة الحقيقة ثم تخلق الاخاديد المائية الضيقة • فالتعرية السطحية تحدث فوق سطح التربة وهي عملية ذات انتشار مساو وتؤثر في مساحات واسعة ، اما التعرية التي تحدث في الاخاديد والاودية المائية الضيقة فتحدث حيث يتركز التصريف المائي المطري في انخفاضات محدودة ويبدأ في التحرك بسرعة مدمرة ، وحين تلتقي الاخاديد المائية لتكون الاودية



المائية الضيقة يصبح التصريف المائي المطري سهلاً قليلاً ، يحدث تعرية كبيرة ، تؤدي إلى خلق الأودية المائية الكبيرة . ومن ثم فإن السيل والفيضانات تخلق الأودية ضحلة ضيقة وتعمق من الأودية الشديدة الانحدار التي يرجع وجودها إلى العوامل ( التكوينية ) أي الباطنية . ولقد أمهت قياساتنا لظاهرة التعرية السطحية فوق عدد من مواقع تقسيم المياه إلى هشتا الشديدة من أن هذا النوع من التعرية لا يوجد في الصحارى ، وهي على الأرجح لا تتجاوز في حجمها ( ١٠ م ) ملليمتر في السنة . ومن ناحية أخرى فإن الأخاديد والأودية المائية الضيقة الناتجة عن التعرية مظهرية الأهمية ، وما أن يتركز التصريف المائي المطري في واد أو في أخدود حتى تستمر عامل التعرية بمعدل متر في السنة . وذلك في صورة التعرية الركامية . ونجد أن جوانب الأخاديد والأودية المائية سرعان ما تعمى وتتهار ، ولهذا السبب شهد الفلاحون القدماء في صحراء النقب أسواراً حجرية واقية على امتداد حقولهم الجارية للآونة ، وللأخاديد المائية الضيقة . وفي ناحية لافان تصل الأسوار الواقية إلى ارتفاع ( ٣ - ٤ أمتار ) وتمتد إلى ٥ كيلومترات على طول حافتي الوادي . كما أن الأسوار الدائرية القديمة كانت تمنع مياه الفيضان من السيل من الاندفاع بلاضابط نحو الأودية . ولكن لما هجر هذه الهياكل وترك لمعامل الزمن تعمل فيها فعلها ، أنه فعم السيل عبر أضعف قطاعات السور ، وسرعان ما أثرت عوامل التعرية في الأخدود المائي لتحويله إلى ماراً يهوى من حقول قديمة مسورة . وتحويلات السهل الفيضانية المرتفعة بما امتاز به من أسوار محفوظة حفظاً جيداً إلى أراضٍ يسر تخليلها الأخاديد العميقة . وفي إقليم النقب نجد أن التعرية الأخدودية تستمر بمعدل سريع ، وذلك بسبب اجتماع وتفاعل ثلاثة عوامل : العامل الأول هو أن كمية التصريف المائي المطري من مناطق تقسيم المياه الصغرى كبيرة نسبياً ، إذ يصل متوسطها السنوي إلى ٢٠ ٪ ، وتصل إلى ذروة معدلها بنسبة ٥٠ ٪ إلى ٧٠ ٪ بالنسبة لبعض السهول الناتجة عن بعض القمم المطرية العالية بدرجة غير مألوفة ( انظر الفصل التاسع ) والعامل الثاني : هو التربة الطفالية ، وهي تتسم بعدم الاتساق والاستمرار في الامتداد ، ومن ثم فإن الحواف الرأسية للأودية والأخاديد المائية تتسم بالافتقار إلى الاستقرار الهيكلي . وتؤدي السيل القاجية الداهية إلى تحطيم الحواف بفعل التعرية الجانبية ، وتدفع السيل أجزاء هائلة من الأرض تزن عشرات الأطنان . أما العامل الثالث فهو أن الصحراء تدفع إلى أن تفتقرها إلى الغطاء النباتي . فتمتد جذور قليلة تعمل على تثبيت التربة وتقليل من الغطاء النباتي ليحصى الحواف . وهذا فإن عامل التعرية يصل إلى ذروته الداهية في الصحراء . ولا يمكن الوقاية من هذا العامل إلا بضمان عدم تركيز أو تجمع مياه السيل في الأخاديد المائية ، بل دفنها إلى الانتشار في

الحقول المسورة ، حيث تنحصر التربة . وهذا هو الدرس الذي تعلمه كل سكان النقب عبر أربعة آلاف سنة من التاريخ .

وخلال السنوات الخمس عشرة الماضية أصبح لنا العديد من الفرص لرؤية كيف أن التعرية السريعة يمكن أن تغير من مظاهر السطح . فلقد لاحظنا تطور عدد من الأخاديد المائية العميقة في السهول المنخفضة في صحراء النقب . ويمكن أن نجد مثلاً طيها على هذا التأثير المستمر في منطقة ناحال باكارا التي تبعد حوالي خمسة كيلومترات من سيدي بركر . وعند الطرف الأدنى من سهل باكارا ( سهل البقرة ) تتدفق مياه السهل في منخفض كبير كان قد استقر تماماً بفعل الأسوار الحجرية المنخفضة القديمة التي شهدت لتحقيق انتشار السيل على مساحة تقدر بثلاثين إلى خمسين متراً من الوادي . ولقد كان من اللازم استئصال النباتات دائمة الخضرة ، ولم تتغير المناسيب القاعدية للمنطقة منذ أمد بعيدة وقد ترجع إلى ( ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ سنة ) . على أنه عند الطرف الأدنى من الوادي انهار السور الواقع أسفل مجرى الأخدود المائي منذ حوالي عشرين سنة ، ومنذ ذلك الوقت بدأ أخدود مائي عميق وتوسع يقطع بسرعة هذا السهل الفيضاني ويحطم الأسوار في أعلى المجرى المائي الواحد تلو الآخر .

وفي عام ١٩٥١ ، كان الأخدود المائي عند الطرف الأدنى يبلغ في عرضه متراً واحداً وفي العمق متراً واحداً وبعد ذلك بخمس عشرة سنة أصبح وادياً عرضه خمسين متراً ، له حواف طفالية رأسية يصل ارتفاعها إلى ثلاثة أمتار كما أن هذا الوادي قد قطع مسافة ٣٠٠ متر تقريباً داخل السهل الفيضاني الأصلي المستقر . ولقد شاهدنا نفس التطورات تحدث فوق سهل رامات " بربيد " ( ميشور هاروكاج ) وبالقرب من ( ناحال لافان ) وهذه السهول المستوية سرعان ما تتخللها وتقطعها الأخاديد المائية والأودية التي يصل متوسط قطعها لهذه السهول إلى ٣٠ - ٥٠ متراً سنوياً . ومن الحقائق البديهية المعروفة عن عملية تكوين مظاهر السطح أن " التعرية تخلق تفككاً لمظاهر السطح " أما المادة المتفككة فتترسب حيثما وكلما تناقصت سرعة مياه الفيضان شدة معدل متفاوت بين ترسب الجزئيات ، إذ تترسب الجزئيات التي هي أكثر ثقلاً ، أولاً ، ثم تليها الجزئيات التي هي أخف وزناً . ويتراكم الحصى والحجارة في الأودية والأخاديد العميقة ، وتستمر الجزئيات الرملية الكبيرة في التحرك أسفل المجرى المائي خلال كل سيل من السيل . وإذا كانت الحركة بطيئة بالقدر الكافي فإن غطاء الحصى في الأودية والأخاديد المائية العميقة يكون موطناً هاماً لظهور النباتات ، ومن ثم فإن الأحوال المائية في الصيف الجاف أفضل منها في أي مكان آخر في الصحراء ، باستثناء



الحقول الرملية . ونحن نلتقي أودية الرقب الشديدة الانحدار مع سهل عربة ، نجد ان عملية الترسيب المتفاوتة لفتات التعرية تحدث في الشعب الفيضانية . وترسب الحمصاء على سفوح الصخور شديدة الانحدار التي تحد الأودية ، ومن ثم فان شعب الحمصاء الناتجة عن ذلك تتخلل في المواقع التي دأب الانسان فيها على استخراج المياه الجوفية ( انظر الفصل الحادي عشر ) وترسب بعض الجزئيات الدقيقة تجاه قلب الوادي ، على حين يحمل الطفل المتناهي الدقة في حبيباته الى البحر الميت . وتحدث عملية مماثلة في الأودية التي تصرف مياهها في البحر المتوسط .

وسوف نتعرض الان لبعض عوامل التعرية الاخرى . فعامل الندى - وهو أكثر دأما واستمرارا في الحدوث من السيل - يمثل أهمية خاصة لتعرية الصخور . وتليق التحلل أو التفكك هي عملية كيميائية وميكانيكية ، ويتوجب وإزاحة الاملاح المعدنية ، سواء أكانت قابلة للذوبان في الاصل أم أنها أصبحت كذلك بفعل التحلل بالماء - فان الندى يهين من بنية الصخور ، ويؤدي الى تفككتها . وإذا كانت كمية الندى لا تكفي إلا لنزع الماء من الاملاح ، فهي تزداد في الحجم ويتضخم ، وبالتالي ، فان المياه المشتقة تتبخر ، وتتبلور الاملاح من جديد ، ثم تنكمش . وهذه التغيرات في الحجم تحدث تأثيرا كافيا يؤدي الى التفكك والتحلل ، وهي تشمل عامل التعرية الدقيقة ( التعرية التحتية أو التعرية الكهفية ) الظاهرة في الصخور المطيئة بالثقوب والفجوات حيث تتراكم حبيبات المخسر والملح الدقيقة وفي بعض صخور الحجر الجيري تتحلل كربونات الكالسيوم بفعل الندى الذي يحتوي على ثاني اكسيد الكربون ، وتحول الى كربونات قابلة للذوبان في الماء مثل بيكربونات الكالسيوم . ويمكن رؤية هذا التأثير جزئيا في الانماط الحفرية حفوا دقيقا فوق سطوح الاحجار المخدوشة والذي يعزى حدها جزئيا الى التعرية الجوية الدينامية بفعل الرياح . كما يمكن ملاحظة تأثير الندى على الاحجار الواقعة فوق ترباء المحصرات ولا سيما الترباء الطحية . فالجوانب الدنيا من الاحجار عادة ما تكون متآكلة بسبب التعرية الشديدة بفعل ثاني اكسيد الكربون او الملح . كما يمكن للهواء شديد الرطوبة ان يحقق نفس النتائج . ولكن الندى لا يزال يمثل العامل الرئيسي المؤثر في تعرية الاحجار والصخور ، ان اللبالي ذاء الرطوبة العالية تسببا بدون تكوينا من الندى قليلا ما تحدث في هذه المنطقة ، كما ان الندى يذيب المادة اللاصقة التي تجمع حبيبات الرمل في صخور الحجر الرمل ، كما يضعف من تماسك مختلف المعادن ، وتحللها الى حمض وحبيبات خشنة ( وتسمى هذه العملية بالتفكك الحبيبي ) .

ولقد أوضحنا في الفصل الرابع ان درجة الحرارة في كل عام وخاصة بالقرب من سطح التربة - تنخفض عددا من اللبالي تحت درجة الصفر المئوية ، وتكون الندى في هذه اللبالي الباردة يظهر البرد والصقيع الا يطر فوق الثرة والاحجار صبح أشاء الصباح .

ان الندى ، مثله مثل كل أشكال المياه ، يزداد حجمه عند التجمد . واتساع حجمه داخل الشقوق والشرخ الدقيقة في سطح الصخور يؤدي الى عملية التفكك الميكانيكي ومن السهل فهم مثل هذه العملية في المناطق الباردة في العالم ، لكن أهميتها لم تقدر حق قدرها في المناخات الصحراوية .

وأحيانا تشتمل الكتابات الصحفية عن الصحاري التي قام بتأليفها الرحالة والمسافرون على بعض الفغرات التي تروى أنهم قد سمعوا الصخور تتشقق أو تتجبر الى فناء ، بمسوح عال في الايام شديدة الحرارة . ولعلنا ان حدث مثل هذه الظاهرة يدرى السس التفاوت الكبير في درجات الحرارة بين اللبالي الباردة حين تبره الصخور ، والايام الحارة التي تسخن فيها الصخور بفعل حرارة الشمس . وفي المنويات العديدة التي أضيافها في الرقب لم به هشا شي مثل انفجار الصخور ، وعلى الرغم من ذلك فان الصخور والكسل الحجرية والحمص كانت تنفتق بانتظام الى اجزاء صغيرة وشظايا وقد تؤدي اختلافات درجة الحرارة ، وجزئيا . ولكن اذا كان الامر كذلك فان العملية لا تصبح ذاء وتضع فاجي . وبذلك وان هذه الظاهرة ، بالنسبة لنا ، تقتصر على الصخور البتلة الجففة . بفعل الاشعاع الشمسي . وفي بعض الحالات يعتبر عامل ( التجميد ) الملحية مشـولا وخاصة حيث توجد الاحجار المفتقة داخل الترباء الطحية .

يمكن القول بشكل عام ان دور العمليات البيولوجية في خلق مظاهر السطح الصحراوية كان نصيبه الاهمال . وخلال سنوات عديدة في منطقة عباد سجلت بمسفن الملاحظات عن مثل هذا النشاط البيولوجي . وسوف نوه هنا احدى هذه الحالات ، فاحجار ركام الصحراء الحصىوية المتراصة في منطقة عباد من الحجر الجيري المطيئة بالخلفاء الحفرية مثل الحيوانات البحرية وغيرها ( الحجر الجيري الفتاني ) . والاحجار تتألف كيميائيا من عناصر الكربونات والجلوكاناييت ( الميليكون ، الحديد ، الهوتاس ) والكوارتز ، وينزع عامل ( التجوية ) أولا عنصر الكربونات ، على حين يكون عنصر الجلوكاناييت والكوارتز الاشدة صلابة فترة متخلقة تحمي السطح .

وهذه الفترة المتخلقة شديدة الصلابة ، ولا توجد الا على سطح الاحجار



المعرضة للجو ، أما جزء الاحجار المطهر في الارض فليست له قشرة ، ويرد ذلك الى  
أن ( التجميد ) الماحية تحلل هذه القشرة بشكل مستمر . على أن القشرة مجرد وقاية مؤقتة ،  
فالشقيق الدقيق تتكون في هذه الاحجار حين يتجمد الندى بداخلها ، وتتكون الحبيبات  
داخل هذه الشقوق ، ومع ازدياد الحزب يؤدي انوارها لاحاض عضوية واخراجها لثاني  
أكسيد الكربون الى توسيع الشقوق وتحولها الى تجاويف كبيرة الحجم نسبيا وتتجمع مع  
هذه التجاويف تدريجيا بحيث تحطم القشرة الخارجية ، وتؤدي الى التآكل ، وشدة حسيوز  
أخرى تنمو فوق سطح الانحلال او الفواصل الاولى ، وتستمر الاحجار في التفتت والتحلل .  
وشدة أمثلة أخرى لخل هذه العمليات ، مثل التفاعل الجيولوجي لجميعة الطحالب والبكتريا  
والفطريات التي تنمو داخل بعض القشرات الصخرية او تحتها فوق تكوينات جيولوجية  
معينة .

ولقد وصفنا بذلك العوامل التي تكمن مظاهر السطح الصحراوي ، كما لو كان  
كل عامل منها يترك أثره مفردا عن العامل الآخر . والواقع أن هذه العوامل تتفاعل فسي  
أن واحد .

وتؤثر في نفس المظاهر السطحية ، كما أن الاشكال والتضاريس التي تترتب على  
ذلك هي نتاج هذه العمليات كلها . نجد أمثلة متتالية لهذه العمليات في الهضاب  
الستوية والهضاب شديدة الانحدار ، وتتكون الهضاب في الأصل - من طبقات صلبة  
من الحجر الجيري او الصوان الذي يغطي تكوينات صخرية أقل سكا مثل الطباشير والطين  
وتختلف هذه الطبقات من حيث تعرضها للتعرية ، بحيث أنه كلما تعرضت الهضبة لكسل  
عوامل التعرية وتخللتها الودية او الاخاديد ازداد تعرض الطبقات القريبة ، وتعرضت  
للتعرية السريعة بعدد يفوق تعرية الطبقات العلوية الصلبة . وحين تتوقف هذه  
العملية بعد فترة من الزمن او ينخفض معدلها ، فإن الهضبة الكبيرة تتحول الى هضبات  
مسطحة او شديدة الانحدار وهضبة تحيط بأرض جردتها عوامل التعرية ، وذلك تبعاً  
للمرحلة التي بلغتها من مراحل دورة التعرية .

## الفصل السادس

### التاريخ الجيولوجي للرقب

تقع اسرائيل وفيها اقليم الرقب من الوجهة الجيولوجية بين الكتلة العربية النوبية  
في الجنوب الشرقي التي يعود اصلها الى عصر ما قبل الكمبري . وبين كتلة البحر المتوسط  
التي هي جزء من محيط تيمشيش القديم في الشمال . والكتلة العربية النوبية الشبهية  
بكتلة البلطيق في شمال اوروبا او كتلة كندا في أمريكا الشمالية ، هي كتلة مرتفعة السطح  
عن هذه القارات القديمة . ولعل هذه الكتل الكبيرة التي يطلق عليها أحيانا اسم  
الافطية او الخصاص - نواة او قلب متد من الصخور النارية الأولية . وأثناء التطور  
الجيولوجي للقشرة الأرضية حدثت تشوهات ( تكتونية ) أي باطنية عريقة في الغالب  
الواقعة بين الكتل وأثرت على محيطها الخارجي ، ونتيجة لذلك ، فإن معظم هذه الكتل  
يكتنفها اليوم أحزمة من الصخور المتحولة والنارية المتداخلة التي تكون أطارا بالقلب  
او النواة الأولية ، وتشمل امتدادها للكتلة بذاتها . أما صخور الأطار الخارجي للكتلة  
العربية النوبية فهي مكشوفة في الجزء النوبي من اقليم الرقب الذي أطلقنا عليه اقليم الرقب  
الجنوبي وهو يتأثر بالصخور النارية .

أما بحر تيمشيش القديم الذي يعتبر من الناحية الجيولوجية ، أحدث من الكتلة  
العربية النوبية فقد كان يمتد في وقت من الاوقات فيما بين الافطية القديمة ، وفي هذا  
المحيط ترسبت كتل ضخمة من الرواسب البحرية في العصر الباليوزوي ، ولا زالت على  
الترسيب هذه مستورة في جميع المحيطات ، ومنها البحر المتوسط الذي لا يهدأ وان يكون  
في الواقع جزءا متخلقا عن محيط تيمشيش القديم .

ولقد أدت الحركات ( التكتونية ) مثل الرفع والطن الحاد الى رفع كثير من هذه  
الرواسب فوق السلاسل الجبلية العليا التي تقف الآن شاهدة في سلسلة الالب الاوربية  
وجبال طوروس ، ويران ، وآسيا الوسطى .

ومنذ العصر الكمبري كان جزء من الاردن يمثل جانبا من الاقليم الساحلي الذي



طفت عليه المياه في مختلف العصور ، معزف المحيطات القديمة وتراجعها فوق اقاليم اليابسة الشاسعة عملينا الزحف والتراجع ) . ولقد خلفت هذه الاحداث اثرها في الانسلاخ الواضحة المعالم من الرسوبيات . وهناك رواسب بحرية ضخمة وعميقة نسبيا ترسبت بالقرب من شاطئ البحر ( اى ساحلية ) او في البحيرات الضحلة فضلا عن الرواسب الاخرى التي تكونت فوق القاراع حيث لم تكن تتعرض للمحيطات الزاحفة ، وتشمل هذه الرواسب الانواع التي رسبت في الانهار المتدفقة في البحار ( اى الفيضانية والرواسب في البحيرات ) ( البحرية ) وغير ذلك من الرواسب القارية التي تتركها الرياح . وهذا التسلسل الرسوبي في مجموعته يقسم فوق الكتلة العربية النوبية من الصخور النارية ( التي يطلق عليها الجيولوجيون اسم صخور القاعدة ) وفوق اطرافها من الصخور المتحولة .

ولم تكن منطقة الذقب تنفي وسط الارتفاعات ( التكتونية ) للاقاليم ، ولكنها تقع بين الغطاء الثابت ( تكتونيا ) والراسخ القواعد تجاه الجنوب الغربي والاحزمة الكبرى للمنطقة الحديثة المكونة للجبال تجاه الشمال . اما الموجات الكبرى من الارتفاعات الدافقة للجبال في القشرة الارضية فلم تصل الى اقلية الا في شكل موجات ( تكتونية ) صغيرة مثلها في ذلك مثل الموجات التي تدح بالبحر الذي يلقى في الماء الى موجات اوسع واوسع ، مع ازدياد المسافة عن مركز الاضطراب . اما النتيجة النهائية فهي ظهور ارض متموججة تموجا معتدلا بفعل مجموعة من الطبقات . اما التكوين المركب الجديد للارض فتتخللها انكسارات ( صدوع ) صغيرة ، استطاعت الحركة الداخلية - على امتدادها - زحزحة الطبقات الصخرية . ولقد بدأت هذه الحركات القشرية في العصر الترياسي . وكان التكوينات التكتونية الرئيسية قد استقرت في نهاية العصر الكريتاسي ، وان كانت بعض الاشكال قد تعرضت لتعديل وتغيير مستمر الى عصرنا هذا . ولقد خلفت كل هذه التطورات سطحا على الشكل الخارجي للارض في الوقت الحاضر .

ويمكننا ان نفرق في الذقب بين أربع وحدات ( تكتونية ) من حيث الشكل الخارجي ، وهي لا تتماثل الا جزئيا مع الوحدات الطبيعية الجغرافية التي سبق ان تناولناها بالوصف في الفصل السابق .

### ١ - التاج ( الجزء العلوي ) التحول المكشوف للغطاء العربي النوبي

وتظهر هذه الاجزاء العلمية المكشوفة بالقرب من ابلا . وتتألف الوحدة اساسا من صخور متحولة تتخللها انواع الاجسام الصخرية النارية ، كما تتخللها احيانا اخرى

بعض الرسوبيات وتنقسم المنطقة الجنوبية كلها بوجود العديد من الصدوع التي يمتداز كثير منها بحركات الزحزحة الرأسية ( الاندفاع ) التي يتجاوز امتدادها ألف متر .

### ٢ - الذقب الاوسط

وتتخذ هذه الوحدة الجيومورفية ( الجغرافية الشكل ) من المنطقة الناجية المتحولة جنوبى " ناحال زين " وتتضمن هذه الوحدة اقاليم الصرف الخاصة " بناحال حيين " ، وناحال نيكاروت و " ناحال باران " وجزء من ناحال زين . وتنقسم منطقة الذقب الاوسط ( تكتونيا ) بوجود خطوط صدعية طويلة غالبا ما تمتد عشرات الكيلومترات ، واهيانا ( تكتونيا ) بوجود امتداداتها مئات الامتار . وهذه الصدوع ( الانكسارات ) تنقسم المنطقة الى مجموعة من الكتل المتميزة واهمها وبرزها كتلتا : رامون وباران ويمكن للمسافر الى ابلا ان يشاهدها ويلحظها . اما المناطق المتلاصقة لهذه الصدوع فهي تنقسم بظواهر طبوغرافية جبلية ، وبينها تمتد مناطق واسعة حيث تكون طبقات الرسوبيات أفقية بشكل عام ، او تتجه اتجاها طفيفا نحو منطقة ( عربية ) . وتشمل هذه المناطق السهول المنبسطة في الذقب الاوسط ( ميشور هاروخ ) و " هضبة " عباد " ، و " سهل " ميشمار " وهي تتكون جزئيا من الصخور المرتفعة ( التي ازاحتها الرياح ما عليها من رمال ) ( ١ ) وتظهر في بعضها الهضاب المستوية المسطح المنحدرة الجوانب ، والهضاب المنعزلة شديدة الانحدار . ووجد خطا من الفجوات الهيكلية الموازية لمنطقة ( عربية ) حيث يتأخم الذقب الاوسط منطقة عربية وكذلك فيما بين ناحال زين في الشمال وناحال باران في الجنوب . وليس هنا ان الصخور النارية قد تكونت بفعل النشاط الاسترماي ( اى داخل صخور دائب في طبقات صخرية اخرى ) لا بفعل النشاط البركاني ( اى تكوين الصخور بفعل تبلور الحتم فوق سطح الارض ) وتقع هذه الصخور داخل السلسلة الرسوبية للذقب الاوسط .

### ٣ - الذقب الشمالي

تتخذ هذه الوحدة شمالي ( ناحال زين ) وتشمل دائرتين تكوينتا بفعل عوامل التعرية وهما : ( ماختاش هاجادول ) و ( ماختاش هاقطان ) وتتجه تعريتها الى

( ١ ) وهي تعرف باسم الصحراء الصخرية " هامادا " انظر مجموعة المصطلحات العلمية والفنية - مجلة مجمع اللغة العربية - المجلد الثامن ص ٩٩ .



(ناحال زين) ومنها الى البحر الميت . كما تضم هذه الوحدة منطقة تصريف " ناخال  
بيس" ( وادي فزة ) الى البحر المتوسط .

وأبرز سمات هذه الوحدة التكوينات الصخرية الانكسارية التي تؤلف تتابعا مسن  
السلاسل الجبلية ، وتتألف هذه السلاسل من مجموعة من أقواس صخرية متوازية ومحدبة  
بعض الشيء ( وهي التي تعرف باصطلاح الطبقات المحدبة المنخفضة ) .

وعلى العكس من النقب الوسط تحدر معظم سفوح النقب الشالي تجاه الشمال  
الغربي . كما أننا نجد معظم الطبقات المحدبة المرتفعة نسبيا في منطقة الشرق ، بالقرب  
من الانكسار المعروف باسم عربة - البحر الميت ، أما أكثر هذه الطبقات انخفاضا فنجدها  
في الغرب . أما أعلى اجزاء الطبقات المحدبة الثلاث فقد تقطعت لتصبح في شكل دوائر وأسرر  
بفعل عوامل التعرية التي سبق أن تعرضنا لها بالوصف .

أن هذه الوديان الخائصة التكوين قد حفرتها عوامل التعرية ، لتتحول السوي  
مساحات علوية من الطبقات المحدبة أو من القباب ، وتحيط بها اليوم أسوار دائرية  
شديدة الانحدار ، ولعل تكوينها قد حدث بسبب تدفق الجاري المائية أسفل سفوح  
الطبقات المحدبة ووصولها الى طبقة الحجر الرملي النوبي الطباشيري الأدنى سهل  
التفتت ، وذلك في قلب التكوين الواقع أسفل طبقات الحجر الرملي وحجر الدولومايس  
الصلب . وسرعان ما استطاعت عوامل القطع المعلى وعوامل التعرية أن تحل المحابس  
العلوية لهذه الجاري المائية الى داخل هذه الدوائر .

#### ٤ - الأخدود

بعد الأخدود عربة - في واقع الأمر جزء صغيرا من النظام الأخدودي الإفريقي  
السوي الضخم الذي يمتد حوالي ٦٥٠٠ كيلومتر من سوريا ولبنان عبر اجزاء من البحر  
الأحمر حتى بحيرة " نياسا " في إفريقيا ، ويشمل في منطقة بحر الجليل وادي الأردن ،  
والبحر الميت ، ومنطقة عربة حتى ايلات . ويجري هذا الأخدود في إسرائيل في اتجاه  
شالي جنوبي تقريبا ، ويصل عند البحر الميت الى أكثر بقاع سطح الأرض انخفاضا ، حيث  
أن ساحل البحر الميت يقلل مسافة ٤٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر .

أما ذلك الجزء الذي يمثل الحدود الشرقية للأخدود في النقب فتحدده شرقا  
هضاب " عبدوم وسحاب " التي ترتفع ارتفاعا حادا الى ما يصل الى ١١٠٠ - ١٥٠٠ متر ،

أما هذا الوتقع الجبل المهيبة الذي يراه الناظر تجاه الشرق عبر منطقة عربة فهو فريس  
وأخاد وخاب . وأبدأ من خليج ايلات الى الطرف الشالي من البحر الميت ، تتكون  
هذه الجبال في أغلبها من الصخور النارية والتحول ، وأن كانت بعض الرسوبيات ( الصخور  
الرسوبية ) المتخلقة عن العصر الباليوزوي (١) الى العصر الكريتاسي ( الطباشيري )  
من الصخور الرملية النوية ، تخلع على هذه الجبال اللون الأحمر المشوب بالصفرة .

وتنحاضة النبطين القديمة المعروفة باسم البترا في إطار هذا التكوين الجغرافي  
كما أن جبالها الغربية يرجع - في جزء منه - الى المظهر الطبيعي للمنطقة .

أما الجانب الغربي للأخدود فينقسم الى ثلاثة أقسام :  
القسم أو القطاع الجنوبي ويمتد من ايلات الى نقطة تبعد عنها بمسافة ١٦٠ كيلومترا . وهذه  
النقطة تمثل سلسلة من الجبال التي تعمل كخط تقسيم مياه بين الجزء الشالي الذي يتصرف  
مياهه الى البحر الميت وبين الجزء الجنوبي الذي يتصرف مياهه نحو ايلات . ويرتفع خط  
تقسيم المياه عن مستوى سطح البحر مسافة ٢٢٠ مترا . وتكون بعض الوديان التي تنحاض  
الى القطاع الجنوبي مسطحات أودية ذات مياه غير منصرفه ، تكونت بسببها مستنقعات  
ملحية دوية ( في مناطق السعيديين ، وبوع فاتا ، وأفرونا ) .

أما القسم الشالي أو القطاع الشالي فيتصرف مياهه في شكل حوضين جفاف  
( يعرف باسم ناخال عربة ) من خط تقسيم المياه نحو مستنقعات سدوم عند الطرف  
الجنوبي للبحر الميت . وفي سنوات الفيضان تطفح المياه الفيضانية الزائدة خارج المستنقع ،  
وتدخل البحر الميت ، وتسود طوبغرافية المنطقة السهل الحصية والأراضي شبيهة  
الستوية المستديرة التي تكونت بفعل بحيرة منحسرة تعرف باسم بحيرة " هاء سيفاع " .  
ويمكن العثور على آثار هذه البحيرة في شكل رسوبيات بحيرية متخلقة في المنطقة .

أما القسم الثالث أو القطاع الثالث فيضم مستنقع سدوم والبحر الميت . وعلى ارتفاع  
حوالي ٢٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر تنفصل منطقة ( ناخال عربة ) عن مستنقع سدوم  
في شكل انتقال بارز في تضاريس المنطقة . وهذا الانتقال البارز يمثل سفحا شديدة  
الانحدار يبلغ ارتفاعه خمسين مترا ، يميز الحد الجنوبي لبحيرة " ليسان " التي ترجع

(١) وهو بحر الحياة القديمة ويده ٢٠٠ مليون سنة وهو أقدم الأقسام للبحر الميت  
الظاهرة يرجع مجمع المصطلحات الفنية ( الجليل العاشق ) جميع الأقسام للبحر الميت  
العربية ص ٤٦ ) .



الى عصر البلايستوسين ( وهو عصر فالبا لحدائق العصر الجيولوجية ) وقد كانت هذه البحيرة أصل البحر الميت في الوقت الحاضر . كما ان الطين الجيري المتخلف عن هذه البحيرة الموجود في المنطقة هورسوبياء خلقتها هذه البحيرة القديمة ، وهي في الوقت الحاضر تملأ أراضي جبلية رخوة المخور . وقد الركن الجنوبي الغربي للبحر الميت تتخلل قاعدة الاخدود الكتلة الملحية الضخمة المرتفعة لجبل سدوم ، الذي يرتفع في شكل مخروط شاهقة ذات منفرج شديدة الانحدار الى ٢٤٥ مترا وتكلفتها وتغطيها طبقة مسن الجير المترسب بفعل بحيرة " ليمان " . ولم يحدث ان مر سافور عند هذا الجبل الطلي الغربي ان يحاول اقتطاع قطعة من هذا الملح الصخري ، يحملها الى وطنه من قبل الذكرى . على ان جبل سدوم لم يتكون بفعل البحر الميت ، فتكونه أقدم وكان قد استقر تحت بحر وصل الى المنطقة من الشمال ، وفيها بعد فطته طبقات رسوبية ، وبعد حركات وطباء متعاقبة تخللت هذه الرسوبيات ظهرت واندفعت كتلة هائلة مسن الملح الصخري .

ولنتناول الان طبقات المخور الاساسية . يتراوح عصر المخور المكشوفة في منطقة الزيفكلها ما بين عصر ما قبل الكمبري حتى العصر الجيولوجي الرابع ويمكن تمييز أربع طبقات تكوينات من مخور ما قبل الكمبري بالقرب من ايلاء وهي بترتيب العصور : متخورة متحولة ، مخور متاخلة ، ومخور رضخية ( أي مخور مكونة من فتات مخور أقدم متلاصقة جنبها الى جنب ) ومخور بركانية . اما المخور التي هي أقدم فهي في أغلبها مخور المبكأ والنسبة ( مخور نارية ) التي تكون القمم الخضراء الرمادية لجبال ايلاء ، وبعض مخور النابيس وقد انما جئت في هذا التكوين الصخري عدة مخور نارية ، مثل مخور الجرانيت التي تكون حاليا الكثير من الكتل الجبلية . وتتخلل المخور النارية والمخور المتحولة بعض المرتفعات . وقد اعتب هذه الاندماجات نشاطا تكوينا ( باطنيا ) حصول بعض مخور الجرانيت الى مخور النابيس كما أعقب حركة التغير والتشويه المخري حركية تعرية حادة عرضت الكتل الباسف الموجودة لمعامل التعرية حتى كشفت قلب الكتل العذبة . وتتفرق سلسلة الدوائ التكوينية ( الباطنية ) ودوائ التعرية حقها مديدة من الزمن .

في الماضي كانت توجد في نفس المنطقة قارة قد بقى من أصل الغطاء العريسي النوبس الذي يعود اصله الى عصر ما قبل الكمبري . ولقد ارسبت الماء المتخلف عن عوامل التعرية من هذه القارة في شكل كتل رسوبية رملية وطينية ( وهذا في الوقت الحالي نسي شكل مخور مبكأ وشبه ) في حوض كان يغطيها من منطقة ايلاء . وقد تغير شكل

هذا الحوض فيما بعد وتحولت مخوره ، وتمده ، كما انه نمت الى أعلى واندجج نسي مخور أخرى ، ثم طرأ عليها عوامل التعرية التي كشفت من أصولها الحفنية . وتسمى سطح هذه القواعد الجبلية التي تعرضت تعرية عميقة ترسبت كتلة صخرية صلبة ، هي الوقت نفسه الى النشاط البركاني الى دفع مواد نارية ، اذ انه نمت تلك الاقار من احجار اورخام الكوارتز المطعم بقطاعات ضخمة من المخور البركانية ( البازيز ) من الجسر الرخاس الذي يتخلل كل التكوينات السابقة ، وفيها تكوينات الكتل الصخرية .

وفي نهاية الوحدة البركانية كانت تظهر احيانا بعض السوائل المعدنية الماحنة التي ترسب عروقا من المعادن ، منها النحاس ، ثم اعتقدت فترة طليق من الهدوء نسي النشاط الباطني الارض ، وان كانت عوامل التعرية قد استمرت لتسمية القرية .

وبعد قدوم العصر الكمبري كانت قد بلغت مرحلة تجاوز فيها الارساب مرحلة التعرية . ولقد كانت الكتل الصخرية ومخور الحجر الرمل تترسب فوق السطح الذي تعرض للتعرية . وكانت هذه الكتل الصخرية أقل خشونة من المخور القديمة ، وكانت تتخلل حجار الكوارتز الملبس الابيض ، وحجر البنت ( وهو حجر كريم يحمل في لونه الى الحمرة ) ، الذي يملأ بحكم الانتقال من مكان الى آخر ، فأصبح جبره احجار صغيرة وحصص متدبرا ، يوجد في الوقت الحاضر في الاودية بالقرب من ضاحم النحاس في منطقة ( نحا ) .

اما العنود الرسوبية فهي يغطي ويطغى - من اي اتجاه - على المخور العلوية المتحولة التي تشكل القاعدة . وهذا العنود الرسوبية يتخلل على ثلاث وحدات اساسية : الحجر النوبي الرمل ، وجسوة يهودا ، وجسوة الحاشفيللا . والوحدة الاولى رسوبية تنطلي القاعدة قالمخري التي تعود الى عصر ما قبل الكمبري في كل اجزائها المكشوفة . وهذه الطبقات ذات الالوان الجميلة من الحجر الرمل النوبي يبلغ سمكها في بعض الاحياء ٦٠٠ متر ، بحيث تتخلل فاصلات زمنية بين عصر الكمبري الى العصر الطباشيري ( الكرتاسي ) اما سلسلة الحجر الرمل فتحتوي على رسوبيات من المنجنيز والنحاس . ولقد استخرجت واستخدمت رسوبيات النحاس في منطقة ( النشال ) لغراض صناعة النحاس تحليا عبر العصور كما يجري استخراجها في الوقت الحالي في واحد المناجم الحديثة في منطقة ( النشال ) . اما الحجر الرمل في القطاع الشمالي الاوسط من الزيب ، فتجده على الأقل خمس طبقات من الرسوبيات البحرية بين طبقاته ، ما يؤكد ان تلك المنطقة كانت منطقة مياه البحر العافية عليها وقت الارساب . ولقد وقعت مثل هذه الاحداث في العصر الترياسي ، ويمكن رؤية تلك الرسوبيات الترياسية البحرية التي يبلغ سمكها حوالي ٥٠٠ متر في منطقة



• ماخترنا من • كما تفحص هذه الرسوبيات الكثرة من الحجر الجيري وبعض الصخور  
الطفلية بين طبقة نيل من الحجر الرمل والصخر الطلي وطبقة عليا من الجير • وكذلك  
تقع طبقة من الطين الصواني فوق هذه الرسوبيات • وربما كانت تشكل قطاعا من الحفرية  
من تربة خاصة • يتأثر بها المناخ المداري الرطب ( التربة الصخرية المسامية الحسنة )  
كما قد يدل علوان النقب في تلك العصور • كان جزءا من المنطقة المدارية التي تغطيها  
النباتات • وتشير الحفريات النباتية الكثيرة المحفوظة والتي عثر عليها في طبقات منطقة  
( ماخترنا من ) إلى نفس الاستنتاج • والطين الصواني نفسه هو صخر طفلي صلب  
متنوع اللون • يتراوح بين اللون الأبيض واللون المائل إلى الحمرة • والاحمر الفاتح • وله  
أهمية اقتصادية • ويستخرج كمصدر للغطاء الخزفية ذات المقاومة الشديدة للحرارة •

اما الرسوبيات البحرية الجوراسية فهي تتألف من الحجر الجيري الغني بحفريات  
من الحيوانات البحرية • والصخور الطفلية • وأنواع أخرى من الطين (١) والتي بعد هذه  
الرسوبيات أنواع من الصخور الطفلية من نوع الصلصال الكاوليني ( الصيني ) من نوع الطين  
الصواني الذي يستخرج للاستخدام في الصناعات الخزفية • ولابد أن هذه الأنواع قد أرسبت  
في بيئة مكونة من الجزر • إذ وجدت بعض حفريات الضفادع في بعض مناطق الطين •  
وتعتبر هذه المعينات من أقدم النماذج المعروفة لمحاكاة الضفادع • وأن كانت شديدة  
الشبه بالضفادع في الوقت الحاضر • أما خلال معظم العصر الكريتايس المبكر فقد ظلت  
النقب أرضا مسوية الجفاف • وكانت الصخور التي عثرنا لهذه الأزمنة من الحجر الرمل  
المتنوع الألوان من النوع النوبي • وطى الرمل والصخور الطفلية الكاولينية • وتوجد حفريات  
النباتات البرية بكثافة وفيرة على مختلف المستويات • بحيث تصبح في بعض الأوقات شبيهة  
بالغابات الحقيقية المتحجرة •

اما الوحدة الرسوبية الثانية • وهي وحدة يهودا أو مجموعة ( يهودا ) فهي تتكون  
من رسوبيات بحرية في أغلبها • تغطي الحجر الرمل النوبي • وتشمل الصخور الحجر  
الجيري • وحجر الدولومايت • وحجر الطباشير • وطى الرمل • والصخر الطلي والصخر  
الصواني غير النقي • الذي يتجاوز في سمكه أحيانا أكثر من خمسمائة متر • وتنتهي كلها إلى  
صخر ( السنتونيان والتيرونيان ) •

(١) هو الرمل وهو نوع من الطين الغني بكرينات الكلسيوم ..... ( المترجم )

اما الوحدة الثالثة فهي مجموعة حاشيللا التي تتألف في معظمها من الرسوبيات  
البحرية الرخوة • وتتراوح في عمرها من العصر الحديث إلى عصر الايوسين الأوسط • وفي  
معظم مناطق النقب يغطي صخور ( التيرونيان ) بروسيات ( سانتونيان ) و ( كاهانيان ) •  
التي تعتبر تغيرا ملحوظا في عملية الارساب من الحجر الجيري الصلب وصخور الدولومايت  
إلى الصخور الطباشيرية الرخوة وصخور الرمل والصخور الطفلية الجيرية والفوسفورية • ويعتبر  
الفوسفوريت من الاسمدة المعدنية الهامة • وهو يستخرج بكثافة كبيرة من مناطق بالقرب  
من أرون وهيمونة • وتغطي هذه الطبقات الرخوة بأحواض من نوع خاص من الصخور الصواني  
غير النقي الذي ينتقل إلى العصر الكاهانيان • وتتألف هذا النوع من الصخر من نوعين من  
حجر الصواني المختلفين في اللون • فالكتلة الاساسية السوداء تتخللها أحيانا مساحات من  
اللون الفاتح • بل واللون الأبيض أحيانا على نحو غير منتظم • مما يفسح عليها مظهر  
مفرقا • وتكون أحجار الصواني هذه في بعض الأحيان جزءا من الأرضية الصحراوية في  
صحراء النقبوسينا • ويبدو أن العصر الجيولوجي الحديث بأرساب صخور الطين الفتحة  
وصخور الحجر الجيري الطائلة للاخضرار الفنية بكونيز الحديد • ومنها على سبيل المثال  
تكوينات البيريت (١) •

اما رسوبيات عصر الايوسين فهي تتألف من سلسلة تكوينات بحرية • كما أن الطوفان  
البحري حدث في العصر الايوسيني الأوسط • ولقد فطن المحيط حتى أعلى التراكيب المرتفعة  
في صحراء النقب • اما الرسوبيات التي أرسبت خلال عصر الايوسين فقد كانت الطباشيرية  
والحجر الجيري الذي يتخلله التكوينات المسطحة للصخور الصواني غير النقي ( الشبيرة )  
من الطباشير الرخوة • ومن الرمل • ومن الحجر الجيري على شكل طبقات هائلة منتظمة •  
ثم يعلوها جميعا فوق التراكيب المرتفعة حجر جيري صلب متبلور من التكوينات الطباشيرية •  
كما أن الطبقات السطحية المتحجرة من حفريات هذه الحيوانات ذات الخلية الوحيدة  
تتآكل بسهولة من الحجر الجيري الذي ينتهي لعصر الايوسين • كما ترسب بكثافة كبيرة  
أحيانا فوق الأرض •

وبعد طوفان البحر في العصر الايوسيني الأوسط • حدث ارتفاع متوسط ما أدى  
إلى الانحسار وظهور سهل شبه مستو • وظهرت شبكة من الأنهار فوق هذا السطح

(١) معدن أصفر مؤلف من الكبريت والحديد ..... ( المترجم )



واستمرت ظاهرة الارتفاع تلك خلال معظم عصر الالبوسين والميوسين الأدنى ، وقد استوعب خلالها مظاهر السطح في شكل تضاريس خفيفة التمعج ، مما أدى الى تكوين غطاء عام من التربة . وفي هذا الوقت يحتمل ان تكون أودية الانهار العريضة الضحلة قد وصلت الى منطقة شرق الاردن . ويتضح في مظاهر السطح الحالية آثار الحركات " التكتونية " ( الحركات الداخلية لبطن الارض ) وهي التي حدثت في عصر الميوسين . وحفرت الانهار لنفسها مجارى عميقة في أوديةتها الضحلة القديمة ، كما إنها حملت المواد المفتتة الى الاجزاء الدنيا من أوديتها حيث ارسبت لتكون رسوبيات جديدة ، وقد تباطأت عملية التعرية والتآكل هذه بسبب طغيان وطوفان البحر الهائل خلال عصر الميوسين الاوسط ، مما أدى الى اغراق الخلجان ومجارى الانهار ، ووقعت نقل مخلفات التعرية نحو البحر ، وخلقت الرواسب البحرية التي نجد ها اليوم على ارتفاعات تصل الى ٤٠٠ متر . ولقد وصل البحر المفتوح الى الانخفاض ( التكتونى ) لمنطقة بير سبع ، ومنطقة بيسور ، ومنطقة العريش ، وأودية الزقب الطالى ، اما الحد الشرقى لهذا الطغيان البحرى فكان منطقة " بير خماد وديونة " . اما في الجنوب فقد وصل ذراع من البحر الاحمر الى السواحل الاخضرى حتى خط تقسيم البحر الميت والبحر الاحمر . وفي الوقت نفسه قطعت مساحات كبيرة من الزقب الاوسط والشمالى بواسطة البحراء سوى أعلى التكوينات ، مثل الجبزر والمرتفعات . ولقد ارسبت في ذلك الوقت الرمال والطباشير والحجر الجيري ، والطباشير في الاجزاء الوسطى من البحراء على حين تكونت شواطئ الانهار من الصخور الضخمة المستديرة التي جلبتها الانهار التي كانت تتدفق في البحراء . ولقد جاء في أعقاب طغيان البحر في عصر الميوسين الاوسط انخفاض مطرد في مستوى سطح البحر بحيث استمر حتى العصر الرابع الجيولوجى .

كما أعقب انحصار البحر انخفاض في مستوى سطح البحراء ومنسوبها . ولقد خلفت هذه البحراء المنحصرة أسوارا على مختلف المستويات ، كما خلفت صخورا ضخمة اندمجت معا فيما بعد ، لتؤلف تكوينات صخرية هائلة . وتنتمي صخور ( الهامادا ) في الزقب الى هذه التكوينات من خلال عمليات التعرية وخلال عملية الانحسار هذه انفصل نظام البحراء الى ثمانية تكوينات مائية مختلفة على الأقل : وهي بحيرة عربية التي تمتد من نقطة داخل البحر الميت الحالى جنوبا الى خط تقسيم البحر الاحمر والبحر الميت ، وبحيرة ديمونة ( غرب ديمونة ) ، وبحيرة " روتيم " شرق بحيرة ديمونة ، وبحيرة زيبين في منطقة سدى بوكير ، وبحيرة عبادات التي تغطي جزءا من هضبة عبادات ، وبحيرة شعمار وبحيرة باران ( داخل منطقة تصريف ناحال باران في الوقت الحالى ) وبحيرة جيون .

ومع جفاف البحراء سارت مجارى المياه مع اتجاه خطوط الشواطئ المنحصرة ، واخترقت أسوار الانحسار وأوسط المنخفضات البحرية ، وكان تصريف معظمها في منطقة وادى عربة ، حيث استمر وجود نظام بحراء حتى العصر الجيولوجى الرابع ، مع بحيرة تنحصر باطرافه نحو منطقة سدوم - البحر الميت . وفي الزقب الغربى يتنازل مسار البحر المتحير بصخور قطعتها الامواج وبأسوار ناتجة عن عوامل التعرية ، وقد غطتها التكوينات الصخرية ، والفتات الصخرى المتراكمة وبقايا القواقع البحرية ، والاحجار الرملية الساحلية والكبان الرملية المتراكمة على شاطئ " البحراء " والتي تملب بعضها وأصبح بشل صخورا ساحلية .

ولقد حدث في وقت من الاوقات ابلان عصر البلايستوسين ان انهار حاجز ارضى في وادى " ازدرالين " شمال اسرائيل وعندئذ طغى البحر المتوسط - السذى كان منسوبه يعلو عن منسوبه الحالى بمائة متر - على وادى الاردن ومنطقة البحر الميت . ولقد ارسبت كميات هائلة من الاملاح الصخرية في الاجزاء الدنيا لما يعرف اليوم باسم البحر الاسود . بحيث تكونت المادة الاسلية والاساسية لجبل سدوم . اما في عصر البلايستوسين ( العصر الجليدى ) فقد تعرض الجزء الشمالى من الكرة الارضية لفتور متعاقبة من الجليد ثم ذوبان الجليد ، وهي أحداث أثرت تأثيرا عميقا على منطقتنا ، وان لم تتعرض لظواهر الجليد . ففي أثناء العصر الجليدى انخفضت مناسيب البحار والتحت كتل مائية هائلة في شكل جليد في القمم الجليدية وأدى بعد ذوبانها الى ارتفاع مستوى سطح البحر ارتفاعا كبيرا ، ومن ثم فلتد تغيرت مناسيب البحار من ارتفاع ٤٠ مترا عن المنسوب الحالى ( في عصر البلايستوسين المبكر ) الى ما يقل بمائة متر خلال اواخر العصر الجليدى . ونتيجة لذلك فان الرواسب التي تكونت خلال الفترات الانحسارية تبادلت مع الرمال الخشنة الجسيمات والحجر الجيري للفتور التي حدث فيها طغيان مياه البحار . ونجد كل هذه الظواهر في الشريط الساحلى للزقب ، وغرب التراكيب الطباقية لمنطقة الزقب الشمالية .

وقد أثر العصر الجليدى على مناخ المنطقة . ولقد كانت اقرب الانهار الجليدية في جبال ارمينيا وكردستان . وخلال العصر الجليدى كانت الرياح الرئيسية السائدة تتألف من كتل هوائية قارية جافة تهب في اتجاه البحر المتوسط من الشمال الشرقى . ويتأثير هذه الرياح كان المناخ يتسم بالبرودة والجفاف . اما في الفترات الدافئة فيما بين العصور الجليدية ، فقد سادت المنطقة الرياح التي تهب من الغرب محملة بالامطار ، ومن ثم تحولت الاودية الى انهار تحمل المياه طوال العام ، كما كانت في أقصى نشاطها في دورة التعرية ( التعرية والارساب ) .



وتعتبر الرواسب الفيضانية في مرتفعات النقب اهم الرواسب في تلك الفترة ، وهي تتألف - جزئيا - من صخور قديمة متراكمة ، كما تتألف - جزئيا - من صخور صلبة مغلابة وطفلية رسوبية . وربما تكونت بحيرة " ليسان " خلال هذه الفترة ، وبين العصر الجليدية في الوادي الاخردودي ، وانذا كانت تتغذى اساسا من الجارى المائية - من سلسلة جبال لبنان ، فقد وصلت اعلی مستوى لها ( حوالی ٢٠٠ متر في الارتفاع ) خلال مرحلة سادتها الرطوية ، وبين العصر الجليدية ، وان كانت قد جفت خلال العصر الجليدي الاخير الاعظم .

وبخلاف الصخور النارية من عصر ما قبل الكمبري ، تكشف تكوينات صخرية نارية عديدة من العصر الجيولوجي الوسيط والعصر الجيولوجي الحديث في عدة مواقع في النقب ولا سيما في دائرة التعرية وسط النقب ، وهي تتخلل الرسوبيات الترياسية والجراسينية والطباشيرية الدنيا . وأضخم هذه التكوينات جبال " شبن رامين " التي ترتفع بالقرب من السلسلة الجذبية عند " ماختش رامين " . وتحتوي نفس السلسلة على أكثر من مائسة تكوين صخرى نارية ، يبلغ عرض بعضها ما بين متر وثلاثة أمتار ، ويقتد بعضها عسدة كيلومترات . ولجبال ( ماختش رامين ) أبرز ظواهر الصخور النارية في النقب الاوسط . وتلك هي الكتلة البازلتية الهائلة التي تمتد الى العصر الطباشيري الأدنى ، والتي لا يسد ان تكون قد قطعت ٥٠٠ كيلومتر مع على الأقل ، كما ان ظاهرة التعرية قد حفرت فسي الكتلة البازلتية تلالا مخروطية الشكل تكون تضاريس من القمم السوداء . بالقرب من الركسن الغربي لجبال ( ماختش ) .

اما أحدث ظاهرة النشاط البركاني فترجع لعصر النيوجين ( التكوين الجديس ) او العصر الرابع الجيولوجي ، ولقد بقي جزء من بركان صغير يعود الى هذا العصر فسي منطقة " ناخال عشوش " .

ان تضاريس النقب الحالية تتسم بطابع الصحرا ، ان لا توجد اغطية حقيقية من التربة الناتجة عن التعرية ، كما لا توجد تكوينات مستديرة استدارة خفيفة ، وكذلك لا توجد منحدرات متدرجة ، فالخطوط ( الكوتيرية ) حادة ، مثل المنحدرات الحادة والصخور ، وأكوام الفتات الصخرى في اسفل الصخور ( المنحدرات الصخرية ) اي اكوام الحجارة ، وطبقات البقايا الخشنة التي تغطي المنحدرات ، والمنحدرات او الجروف الحادة الحوالى ، والسطوح الصخرية الخشنة والجبال المسطحة ذات الارتفاعات الحادة ، والقمم الحادة العالية . وتكون أحواض الجارى مسطحة من الحمى

او الحمى الضخم ، وتفتت التكوينات الرخوة الى تراب مسحوق . اما العوامل الرئيسية التي تتحكم في تكوين هذه التضاريس الصحراوية الحالية فهي قوى المقاومة المتفاوتة ( أى المختلفة ) لمختلف الصخور بالنسبة لعوامل التعرية ، والتركيب الجيولوجي العام ، والظروف ( التكتونية ) لطبقة معينة من الطبقات .



## الفصل السابع

### نظام الزراعة الطبيعية القديمة في النقب

ما أن قامت دولة اسرائيل عام ١٩٤٨ حتى زار كثير من العلماء والباحثين السيرة دراسة المكانيات النقب، لأن تلك المنطقة الصحراوية، كانت تشغل أكثر من ٦٠% مسكن الدولة الجديدة. وكان من بين هؤلاء العلماء أعضاء الجامعة العبرية من أقسام الآثار والنبات والجيولوجيا والجغرافيا، كما كان من بينهم علماء وفنيون من وزارة الزراعة ومصلحة الجيولوجيا التابعة للحكومة بل كان بين العلماء الزائرون من الولايات المتحدة مثل "و. س. لودربيلك" و"نيلسون جلوك". وقد عملت كل مجموعة في مجالها التخصصي مثل النبات، واستخدام الأرض، والمؤارة المعدنية والطائفة، وهكذا. ولم تتبادل المجموعات المعلومات فيما بينها الا نيت نادراً.

والرغم من ذلك فقد لاحظ جميع الباحثين أطلال سدة مدن قديمة، كما لاحظوا البقايا المنتشرة للأسوار الحجرية التي كانت تغطي الآلاف من (الهكتارات) وكانت تلك الأسوار الحجرية تنتمي الى انماط معمارية عديدة، فقد بنى بعضها على شكل شرفاء عبر الودبة. وإن كان بعضها كذلك يعبر بطريقة بلها سفوح التلال الحجرية الجرداء، ولم يكن ثمة من يدرى وظيفة هذه الابنية القديمة في الصحراء.

ولقد اعتمد الجميع على ملاحظات العالم بالمر خلال عام ١٨٧٠ وملاحظات العالمين (وول) و(لوانس) عام ١٩١٥، ولكن لم يكن هنالك من يدرك حقيقة الهدف والترابط بين الانماط العديدة من الأسوار الحجرية. كما لاحظوا كذلك مساحات كبيرة من الجبال الحجرية الصغيرة والقطاعات الموحدة على جوانب التلال. لقد كانت تلك الظاهرة التي وصفها العالم "بالو" باسم "تيللات العنب" تمثل لغزا بالنسبة لكافة الباحثين.

\* تيللات : مهنر تل \*

اما في عام ١٩٥٤ فقد قررنا نحن المؤلفين الثلاثة تكوين فريق أبحاث لحل هذا اللغز الذي تشكله الأسوار الحجرية القديمة في المنطقة. لقد درسنا بلادى "ذي بسد" تلك المنطقة بالبحث في ملفات القوات الجوية الاسرائيلية، للاطلاع على صورة جوية فوتوغرافية مناسبة، بيد انه لم يكن هناك الا النذر اليسير من الصور التي تغطي منطقة النقب بحيث تناسب الهدف الذي نسمى اليه. ولم يكن من بين الصور ما هو ذو قيمة حقيقية سوى الصور المأخوذة في الصباح المبكر. اوبعد الغروب بقليل لأن الظلال المستطيلة في هذه الصور كانت تبرز كثيراً من الآثار المنخفضة التي كنا نبحث عنها. ولقد استخدمنا في البداية صوراً جوية رأسية نمطية بمقياس رسم ١ : ٢٠.٠٠٠ وبعد ذلك قمنا بتكبير المناطق المحددة التي تهتمنا اليها بمقياس رسم من ١ : ٢.٠٠٠ : ١٥ : ٥٠٠٠. وكانت هذه الصور الجوية هي المفتاح لرحلاتنا الميدانية. ويمكن للبستى ان يفرق بين الأسوار الهنية في شكل شرفاء والتي تعبر الودى في وسط الصورة وبين الخطوط المائلة (والابنية الحجرية) على جانبي الصورة. ويوضح الفحص الدقيق ان السور الحجري يحيط بالمناطق المسورة.

وان استندنا الى هذه المعلومات بدأنا سلسلة من الرحلات الميدانية الى المنطقة يبلغ عددها سبعة. وقد استغرقت كل رحلة ميدانية ما بين ٣ - ٤ أيام درسنا خلالها منطقة معينة على الطبيعة. وقمنا برسم خرائط لها على قاعدة مسطرة مستخدمين الصور الجوية كأساس لعملنا. اما التفاصيل ذات الاهمية الخاصة فهي ترسم على مقياس رسم ١ : ١٠٠٠ أو ١ : ١٥٠٠ كما أننا نظمنا عدداً من الرحلات الجوية الخاصة بطائرات من طراز (بايير كاي) وطائرات الهليكوبتر فوق المنطقة، وكانت طائفة البايير كاي مناسبة تماماً لهدفنا، لأنه كان يمكن فتح أحد جوانبها فتحاً كاملاً، ويستطيع الراكب بعد ربط نفسه في المقعد ان ينحني للخارج ويلاحظ صوراً فوتوغرافية مائلة رائعة للتفاصيل الدقيقة.

ولقد لفتنا انظارنا خلال هذه الرحلة من الدراسة ظاهرتان مختلفتان : آثار سدة مدن صحراوية، والشبكة الكثيفة من الحقول والمزارع والودية المسورة والمساحات الفيضانية القديمة. وأفضل ما بقي من آثار هذه المدن ما وجد في مناطق "عبداء" و"شفتاء" و"بترانا". اما المدن التي ازدهرت آثارها فهي "قزب" و"خالوتزا" و"زخية". لكن الانظمة الزراعية ظلت باقية في منطقة النقب كلها، وخاصة في مناطق "بترانا" و"شفتاء" و"عبداء". وبلغ استوارنا في العمل وجدنا انه لم يكن هناك ميل مربع واحد من التربة ومنها



سفوح التلال الجرداء إلا استغل في الزراعة في المنطقة التي تبلغ مساحتها ٢٠٠,٠٠٠ هكتار بين منطقة قرب وبيترانا . ولقد كانت ملاحظتنا على أنه يمكن تصنيف هذه المنطقة إلى ثلاثة أنواع : الأودية الضيقة المسورة ، ومجموعات الحقول والمسزارع المنزلية المسورة ، والأسوار المستديرة الطويلة فوق السهول الفيضانية الملاصقة للأودية المسورة الكبرى في المنطقة .

### ١ - الأودية المستقلة ( المنفصلة ) المسورة

تبدأ الأودية الفرعية في بعض المناطق في شكل صفوف متراصة من درجات السلم . ان نظرت إليها من الجو . يدل الفحص المبني على أن كل درجة من درجات هذا السلم ليست في الواقع إلا سوراً له جدار حجري مبني على زوايا قائمة مع الوادي . وفيها وراء الجدران يمثل الوادي بترية طفيفة . أما المسافات بين جدران السور فهي ما بين ١٢ - ١٥ متراً ، وتتراوح طولها عبر الأسوار ( المصاطب ) من ٦ إلى ٢٠ متراً ، ويعتمد على ارتفاع حوض الوادي ، وترتفع هذه الجدران ما بين ٦٠ إلى ٧٠ سنتيمتراً بالقياس إلى أدنى سور أو مصطبة ، وهي مبنية من طبقات من خمس إلى سبع من الحجر ، وفوق الطبقات العليا والدنيا من الجدران تنمو حشائش قصيرة غير صالحة للأكل وهي تساعد في تثبيت الأرض .

يمكن استنتاج الوظيفة الزراعية للأودية المسورة أو ذات المصاطب من تكوينها ذاته ، ومن ملاحظات الفيضانات والسيول الجارفة ، ففي داخل هذه الأودية المسورة تتدفق مياه السيول بهدوء من مصطبة إلى مصطبة ، وخلال تدفق السيول تتسرب بعض مياه المياه مباشرة إلى تربة المصطبة . ويخزن جزء آخر خلف أسوار المصطبة ، ويتسرب فيها بعدد إلى التربة . ومن ثم فهذه المصاطب ابنية قد صممت للتحكم في عوامل التعرية والسيول ، وساعدت تشبع تربة المصاطب بالمياه عند استخدامها في الزراعة ، ويعمل بعض جدران البدو والمفارين في الوقت الحاضر على استزراع هذه المناطق بالشعير بعد وصول سبيل الشتاء المبكرة ، ويمكن في حالات كثيرة اعتبار حاصلات هذه المناطق طيبة بما يكفي للزراعة البدوية .

وتعد أنظمة الأودية المسورة ذات المصاطب أبسط أنظمة استخدام مياه السيول وأكثرها بدائية فيما شاهدناه . في منطقة الرقب ومعناه يتعذر علينا أن نسوى بين اصطلاح ( البدائي ) واصطلاح ( العريق في القدم ) فأننا نشعر أن هذه الأنظمة كانت أكثر عراقة في القدم من أن نعتزنا على مواقعها ( رامات ماتريدا ) بالقرب من هذه النظم

الزراعية . ولم تكن على يقين من أن تلك المواقع والأودية متصلة فيما بينها ، ولكن الصورة العامة التي اتضحت من المسح الذي قمنا به أكدت لنا أن هاتين الظاهرتين البارزتين في رامات ماتريدا تنتميان إلى نفس العصر .

وشكنا باستخدام البدو حتى الآن بعض هذه الأودية المسورة كانت تستخدم كذلك عبر العصر في كل الحضارات فوق أرض الرقب .

### ٢ - مجموعات الحقول المسورة ( ذات المصاطب ) والزراعات المنزلية

من الظواهر الأكثر شيوعاً في المنطقة بالقرب من المدن القديمة مجموعات الحقول المسورة ذات المصاطب التي تكتنفها الأسوار الحجرية . ويلاصق السور ، وفي داخل حدوده كنا نعثر دائماً على آثار أحد الزراعات أو أحد أبراج المراقبة ، وكان للزراعة أولاد المزرعة ثلاث أو أربع غرف ، ومطبخ ، وحوض مياه تحت الأرض وبعض مرافق التخزين . وكانت مثل هذه الوحدات الزراعية الصغيرة تقع دائماً في الأودية الفرعية الصغيرة المصاطبة بسفوح التلال الجرداء . وفوق سفوح التلال هذه يكمن الفتحاح لفهم وظهفت هذه الوحدات الزراعية أو أسلوب عملها . أن الخطوط المائلة التي تمتد على سفوح التلال في اتجاه الحقول ذات المصاطب هي قنوات تجمع مياه مائية ، تجلب مياه الأمطار إلى الحقول . وسوف نبحث في الفصل التاسع بالتفصيل كيفية تكوين المياه المطرية في صحراء الرقب . وكفى الآن القول بأن المياه المطرية هي الفائض من سقوط المطر الذي لا يتسرب إلى التربة بل يتدفق فوق سفوح التلال ، ليكون السيول التقليدية المأثرة المنحدرة فوق أراضي الصحراء .

وقد وجدنا الآلاف من هذه الوحدات الزراعية . ودرسنا على الطبيعة حوالي مائة وحدة زراعية ، ووجدنا أنها جميعاً تنقسم بنفس الظاهرتين الأساسيتين : المساحة الزراعية المسورة أي ذات المصاطب في قاع الوادي ، ومنطقة تخزين مياه الأمطار مقسمة إلى مناطق فرعية صغيرة في شكل قنوات مائية . وقد جمعت هذه القنوات مياه الأمطار من سفوح التلال نحو منطقة الحقول ، ومن ثم نطلق على هذه الوحدات الزراعية اسم الزراعات المطرية .

وتعتبر مزرعة يروام بالقرب من عبادات نموذجاً مبسطاً غير معقد للمزرعة المطرية ( التي تعتمد على تصريف مياه الأمطار ) وهي تقع على بعد حوالي ٣ كيلومترات من مدينة عبادات القديمة ، كما تقع في واد صغير يبدأ على ارتفاع ٥٠٠ متر من نقطة دخوله المزرعة ،



ويمكن استكشاف تسع قنوات مائية بسهولة على أحد جانبي الخزانة ، كما أن الفحص الميداني أوضح أن هناك قنوات أصغر على الجانب الآخر من التلال ، ويؤدي الهواء والقنوات السليمة تصريف المياه في مساحة تقدر بنحو ١٧ هكتار ولقد شهدت هذه القنوات في الأصل بوضع أحجار غير مهندسة لتكوين منيع من الضفة أو الحافة أو الخلقة لتثبيت ارتفاعها على ١٥ سم (خمس عشرة سنتيمتراً) وكانت القنوات بين الأحجار تملأ بالأحجار الصغيرة وبالترسيب المستخرج من الأرض الضحلة .

أما الخزانة الأصلية التي تغطي مساحة قدرها ٢٠ هكتار فهي محاطة بسور ارتفاعه ١ متر مني من الحجر المقطوع من أحجام مختلفة ، وقد أدخل القنوات والوادي السليمة الخزانة فتحة خاصة في السور لتتمكن المياه من دخول الخزانة ، وهذه الفتحات بوابات جيدة البناء أو ابنية منخفضة أي درجات حجرية مقامة داخل السور .

أما داخل الخزانة فهناك تسعة جدران للمصاطب تقسم مساحة الخزانة إلى عشرة مصاطب أو أسوار ذات أحجام متساوية تقريباً وجدران المصاطب هذه ترتفع ارتفاعاً يتراوح بين ١٠ و ١٢ متر وهي مبنية من صفيح الأحجار المقطوعة ، وتبرز فوق المصاطب العليا بارتفاع يتراوح بين ٢٠ و ٣٠ سنتيمتراً ، وفي كل مصطبة شيد بناءً منخفض جيد لنقل فائض المياه من المصطبة العليا إلى المصطبة الدنيا . أما الذي جدران المصاطب فتتصل بالسور الحجري وهو بناء أضخم من الجدران الأخرى للخزانة .

أما خزانة ( يهودا ) القريبة من منطقة عمدات فهي وحدة زراعية أكثر تعقيداً وتطوياً وتغطيها على مساحة مسوية ذات مصاطب تبلغ ٢٢ هكتار تستقبل مياهها المطرية من جميع أطراف تبلغ ٧٠ هكتاراً . وجميع الأمطار أو منطقة تجمع الأمطار يتصل كل منها مباشرة بحقل معين في الوحدة الزراعية . وقد بدأت بعض الوحدات على الهضبة فوق الخزانة ، وجمعت مزيداً من تصريف الأمطار هناك . ويبدو أن المستوطنين القدامى قد قسموا أولاً السفح النحدر ، من أجل توجيه تصريف الأمطار إلى الحقول ثم سمحوا هذه القنوات لتصل إلى الهضبة من أجل تخزين المزيد من المياه ، ولما كان لكل حقل منطقة تجمع أمطار منفصلة فقد كانت مياه تصريف الأمطار خلال المصاطب المطرية تقسم تلقائياً بين الحقول .

وتعتبر مزرعة موشيل بالقرب من منطقة ( شفتاء ) مثالا طريفاً للخزانة التي تعتمد

على تصريف مياه الأمطار ( الخزانة المطرية ) وتقع الخزانة وسط وادي فرعي ، ودخل حدود الخزانة وجدنا آثار منزل مكون من أربع غرف ، وهناك ثلاث قنوات مائية طويلة مخفية في سفح التل ومدعمة بسور حجري منخفض فوق الجانب السفلي للتلال يؤدي إلى الخزانة . وللغرفة العلوية فرع جانبي ينقل المياه المطرية من خلال فتحة صغيرة في السور ، ومن خلال السور الخارج للمنازل إلى حوض تحت الأرض مخفي تحت المنزل . ويمكن توجيه فائض المياه من الحوض السفلي إلى المساحة المزروعة . ومن السطح المميزة لهذه الخزانة الابنية الهابطة وأوعية التقسيم التي يشهد لها الزراع بحبشتواثر له السيطرة التامة على السيول المفاجئة عند ما تقتحم عليه مزرعته . ويمكن أن نرى بسهولة مداخلين من الحجر يحيط بكل منهما حجران معتدلان وأخذ ودان رأسيان . ويمكن إدخال جزء حجري مسطح أو جزء خشبي مسطح داخل الأخاديد ، بما يساعد المزارع على أن يفتح أو يغلق كل بوابة على حدة من وراء أو صندوق التقسيم . وتتصل كل بوابة بخندق أو حفرة مبطنة بالحجر ، تتيح للمزارع أن يوجه المياه المطرية إلى أي مصطبة من المصاطب .

وتعتبر السمات الرئيسية لهذه المزارع الثلاث نموذجية ومشاركة بالنسبة لكل المزارع التي قمنا بمسحها . وقد كانت كل وحدة زراعية من هذه الوحدات تشمل مساحة مزرعة ومساحة لتجميع الأمطار ، وكان حوض تخزين مياه الأمطار ، وحقول المصاطب تكون معاً وحدة متكاملة ، هي وحدة المزرعة التي تعتمد على المياه المطرية أو تصريف مياه الأمطار . ونحن قمنا بقياس الحجم النسبي لهذه المزارع العنصرين في حوالي مائة مزرعة ، وجدنا أن النسبة  $R = \frac{\text{مساحة حوض تخزين المياه}}{\text{مساحة الحقول المزروعة}}$

تتراوح بين ١٧ : ١ ، ٣٠ : ١ بقيمة متوسطة تبلغ ٢٠ : ١ ( ر = مزرعة يورام ، وهي تعادل مثلاً ٢١ : ١ )

وبقيمة ( ر ) ساعدتنا على تقدير كميات المياه المحتملة في مناطق تخزين مياه الأمطار .

وان المبدأ الأساسي لهذه الطريقة قايمة في البساطة وعلى نحو ما أوضحنا في الفصل الرابع ، فإن الجزء الأكبر من تصريف مياه الأمطار في المنطقة يسقط على شكل رخاء خفيفة نسبياً تتراوح بين ٣ : ١٠ ملمبتر في وقت واحد وتكون التربة الطفلية التي تميز تلك المنطقة ( انظر الفصل الخامس ) قشرة مميزة عند ما تبللها الأمطار ، وسرعان ما تصبح تلك القشرة غير نافذة بالنسبة للمطر ، ومن ثم تتكون مياه مطرية ولو كان المطر خفيفاً ، على حين تسبب الأمطار الغزيرة السيول المفاجئة الماثورة في الصحراء . وهذه الخاصية المميزة



للتربة الطفلية هي التي تساعد المزارعين القدامى على تجميع المياه من سفوح التلال حتى في ظروف سقوط المطر الصحراوي الشحيح .

وتعتبر كمية المياه المطربة المجمعة هالة من بين هالات حجم مساحة منطقة تخزين المياه . وكلما اتسعت مناطق تخزين مياه الأمطار ، زاد الحجم الكلي للمياه . ولقد زاد المزارعون القدامى من أحواض تخزين مياه الأمطار الطبيعية لمزارعهم بتوسيع قنوساء ومجارى المياه وبدها إلى الهضاب التي ترتفع عن حقولهم ، على نحو ما توضحه مزرعة ( يهودا ) وإلى أماكن تخزين مياه الأمطار الأخرى لأحواض التصريف القريبة . وكان لكل وحدة زراعية ( مزرعة ) مساحة لتجميع المياه محددة بوضوح ، تكون نصيبها من المياه . ولما كان كل متر مربع من كل سفح من سفوح التلال يخصص لنسبة المياه المحددة ، فقد ظهر نظام دقيق ومعتد من حدود مناطق تخزين مياه الأمطار وكان عليه أن يؤدي هذا بدوره إلى سرقة المياه ، ومن أجل حماية انصباب المزارع وحقوقه المائية كان القانون يضمن هذه الحقوق على نحو ما جاء في وثائق موصوت نيتزانا ( راجع الفصل الثامن ) .

وسكن الآن وضع تقدير لكمية المياه الناتجة عن مناطق تخزين مياه الأمطار . لقد ثبت لنا تجريبيا - راجع الفصل التاسع - أن الكمية الكلية لتصريف مياه الأمطار تشمل ما بين ١٥ إلى ٢٠ ٪ من الترسيب السنوي الكلي ، وهذا يتوقف على طبيعة سقوط الأمطار وطبيعة خط تقسيم المياه ، ومعنى هذا أن ما بين ١٠ - ٢٠ ملليمتر من متوسط سقوط الأمطار سنويا من حوالي مائة ( ١٠٠ ملليمتر ) تتحول إلى تصريف مطري أي مياه متخلقة عن الأمطار تتسرب إلى باطن الأرض ومن ثم فإن كل هكتار من مساحة تخزين المياه تقدم ما متوسطه ١٠٠ - ٢٠٠ متر مكعب من المياه المطربة ( كل ملليمتر واحد يعادل عشرة أمتار مكعبة من المياه في الهكتار ) ولما كانت نسبة مساحة تجمع مياه الأمطار إلى المساحة المزروعة ( ويرمز إلى هذه النسبة بحرف " ر " ) هي ٢٠ : ١ ، فإن كل هكتار من الأرض المزروعة ما يتلقى تصريفا مطريا لعشرين هكتار من المنحدرات تتوافر ما بين ٢٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ متر مكعب من مياه التصريف المطري ، بالإضافة إلى ١٠٠٠ متر مكعب تنلقها من الأمطار مباشرة ، ومن ثم فإن المساحة المزروعة من المزرعة التي تعتمد على تصريف الأمطار تنلق ما يعادل أمطارا تسقط بمعدل ٣٠٠ - ٥٠٠ ملليمتر ، وإن كان الترسيب لا يتجاوز ( ١٠٠ ملليمتر ) وهذا التقدير ليس لا تقديرا نظريا فحسب ، كتوضيح لبدأ الزراعة المطرية أو زراعة تصريف مياه الأمطار . وسوف نتناول في الفصل التاسع التفاصيل الدقيقة لمكانية التصريف المطري .

أما قنوات ومجارى سفوح التلال التي تجمع مياه الأمطار فهي تؤدي عملا بالغ الأهمية . وهذه القنوات والمجارى صغيرة في المعتاد وذات أقسام متقاطعة مساحتها حوالي ٠.٢ متر مربع وإن كان بعضها يصل إلى ٠.٤ متر مربع . وكانت هذه القنوات دائما تجمع تصريف مياه المطر من مساحات صغيرة نسبيا تصل أحيانا من ٠.١ إلى ٠.٣ هكتار ولا تزيد في العادة على ٠.١ إلى ٠.٢ هكتار ، ومن ثم فإن القنوات تقسم منطقة التصريف إلى عدد من أحواض تخزين مياه الأمطار الصغيرة ، وتؤدي كل قناة في الغالب التصريف المطري إلى حقل محدد من المصاطب وعلى هذا النحو ، فإن المياه المطربة تقسم إلى مجارى مائية صغيرة ومن ثم تمنع السيول المفاجئة الضخمة . ولم تكن هذه المجارى المائية الصغيرة تحتاج إلا إلى أبسط الأبنية الهندسية ، كما كان من السهل على المزارع أن يتولى أمرها خلال فترة السيول القصيرة . كما أن الأبنية المنحدرة وقنوات التصريف المائية التي تقسم أوحاوض التقسيم اتاحت كلها للمزارع سيطرة تامة على توزيع المياه في المزرعة .

كما أن القنوات الخاصة بتصريف فائض المياه والأبنية المنحدرة قد ساعدت على حماية الأرض من عوامل التعرية ، ولم تتبدد كميات المياه وساعدت تصميم هذه الأبنية المزارع على رى المصاطب طبقا للأولويات .

وكانت وظيفة أسوار المصاطب تثبيتها والسماح لتيار المياه بالتخزين في الحقل المسور حيث يمكن أن تتشبع بها التربة ، ثم التخزين للاستخدام اللاحق للمحاصيل .

### ٣ - أنظمة التحويل

على خلاف النظامين السابقين اللذين استلزاما القليل من الأجهزة الهندسية البسيطة فحسب ، كانت أنظمة التحويل تستلزم تشييد أبنية ضخمة ، فضلا عن ذلك فلم تكن هذه الأبنية تقوم على أساس خطوط صغيرة لتقسيم المياه ، بل على تحويل السيول الكبيرة المفاجئة من الأودية الفسيحة . على أن أنظمة التحويل كانت أقل شيوعا من المزارع التي تعتمد على التصريف المطري ولا توجد إلا ملاصقة للأودية الرئيسية القليلة .

ونجد مثلا واضحا لنظام التحويل بالقرب من منطقة " قورنوب " وتقطع وادي قورنوب منطقة ضيقة شديدة الانحدار عبر سلسلة من الحجر الجيري تمتد مسافة كيلو مترين من جنوب مدينة قورنوب القديمة ، وقد وصل المدخل الضيق إلى سهل طريب ، كان المستوطنون القدامى قد شيدها قناة كبيرة لتحويل جزء من فيضان المياه من وادي قورنوب من حوض



التصريف الذي تقدر مساحته بنحو ٢٢ كيلومترا مربعا الى نظام منح وسنجد من الحقل السورق ذاء المصاطب التي تغطي من ١٠ الى ١٢ هكتار . اما خزان التحول الاسفل في وادي ( قونوب ) فقد اندثر تماما ، ولم يكن يزده على بنا صخرى بسيط يرفع منسوب المياه بمقدار ٣٠ - ٥٠ سنتيمترا في القاعة . اما قناة التحول فهي بنا حجري مشبه تشبيها جديا بمرعى ٥ - ١٠ أمتار وارتفاعه نسبتا ١ : ٢٠٠٠ لطول يبلغ ٤٠٠ متر . وكانت القناة توصل المياه الى سلسلة من الحقول الفسيحة ذاء المصاطب وكلها ذاء حلقية جيدة .

وكانت المصاطب بشكل عام في اتجاه مستعرض ، وان كانت ذاء ميل طفيف ( ٢ : ١٠٠٠ الى ٤ : ١٠٠٠ ) في اتجاه تدفق المياه ، وكان فائض المياه من المصاطب ينساب الى المصبطة الاله من خلال ابنية مخدرة .

وتبرز هذه الارقام اختلافا اساسيا بين الوحدات الزراعية وبين أنظمة التحصيل ، فالمساحة المنزوعة في تلك الوحدات ( الزراع ) صغيرة ، وكثافة الا تتجاوز ٥ هكتار ، ومن ناحية أخرى فان حقول وحدات التحول تغطي مساحة عشرة او مائة الهكتار .

ونظرا من ذلك فان كمية المياه بمعدل مساحة الوحدة لخطوط تقسيم المياه الكبرى تعتبر منخفضة بالنسبة الى خطوط التقسيم الصغرى ، ويبرز هذا بوضوح اذا استخدمنا الارقام السابقة من أجل اجراء تقديري نظري لمقدار المياه المحتملة من خط تقسيم ماء كبير . وقد اثبتت لنا تجاربنا الزراعية انه الى جانب سقوط المياه لا بد من توفير ٢٠٠٠ الى ٣٠٠٠ متر كمب من ماء التصريف المطري لكل هكتار منها ، من أجل استرجاع محصول من المحاصيل .

ومعنى هذا ان المساحة التي تقدر بـ ٢٢ كيلومترا مربعا من خط تقسيم المياه في منطقة ( قونوب ) توفر حوالي ٢٠٠٠ الى ٣٠٠٠ متر كمب سنويا لمساحة مشجرة الى اثني عشر هكتارا من المصاطب المزروعة . وهذا يعادل اقل من ٢ % من التصريف المطري السنوي على مساحة كبيرة ، حيث ان ١٠٠ ملليمتر من المطر التي تسقط على ٢٢ كيلومترا مربعا تعادل ٢٠٠٠ متر كمب ، وتقدر هذه الكمية فوق ( ١٠ - ١٢ ) هكتارا . ويمكن لقناة التحول ان تنقل مثل هذه الكمية خلال فترة من سنة الى عشر سنوات بمياه يبلغ منها من ٤٠ سم الى ٦٠ سم . وهذا التصريف المطري الذي تقدر بنسبة ٢ % فقط قليل الفاعلية والتأثير اذا قورن بالتصريف المطري الذي يقدر بنسبة ١٠ % الى ٢٠ %

التي تتوافر من تجمعات المياه الصغيرة .

وبعد ان كنا قد بدأنا الدراسة المستفيضة لنظام منطقة ( قونوب ) أدركنا اننا لانعرض لنظام واحد فحسب ، بل نتعرض لثلاثة نظم على الاقل ، يوجد كل نظام منها فوق النظام السابق عليه . وقد اتضح ان هذه الاسوار قد بعة ترجع في تاريخها الى ما قبل ازدهار الاسوار التي تظهر على السطح في الوقت الحاضر .

اما أقدم النظم فهو الذي يدعى المرحلة ( ١ ) فقد انبم حين كانت المياه تتدفق بشكل طبيعي في منخفض ضحل في السهل الفيضاني القديم ، وذلك في فترة كان الوادي فيها يقطع اخذ ودا خلال التربة الفيضانية ويمكن العثور على بعض اسوار المرحلة ( ١ ) على جانبي الوادي ، مما يدل على انها ترجع في تاريخها الى ما قبل مرحلة الاخذ ودا في وادي ( قونوب ) ، فقد بنيت في الاصل لتثبيت المنخفض الضحل ، ولم توسع لا فيما بعد لتوصيل المياه الى السهل الفيضاني . ولقد زادت اسوار التثبيت هذه من ترسيب الطفل الفيضاني في المصاطب ، ومن ثم ارتفع مستوى المصاطب تدريجيا .

وفي مرحلة من المراحل سواء عن طريق ظروف الفيضانات او السيل الطبيعية او بسبب هجر السكان للمنطقة لاسباب تاريخية - حطمت السيل اسوار التثبيت ، وشأ عن ذلك واد متزايد في العمق يخترق ذلك النظام .

اما الذين استخدموا المنطقة بعد ذلك فقد واجهوا مشكلة مختلفة تماما ، فمياه التصريف المطري لم تعد تتدفق في المنخفض الضحل ، بل كانت تتركز في الوادي تحسب السهل الفيضاني بمر أو مترين ، وكذلك كان عليهم رفع المياه من قاع الوادي واقامة نظامهم على اساس بنا تحويل لتوجيه المياه الى المصاطب ، وذلك هي المرحلة ( ٢ ) او ما نسميه بالمرحلة الثانية اي نظام التحول الصحيح الذي وصفناه من قبل . كما كشف الفحص الدقيق عن حدوث تطورات عديدة لتلك المرحلة الثانية ، فقد وجدنا عدة تحويلات في الاجزاء الدنيا من الوادي بما يدل على ان ارتفاعات المصاطب كانت ترفع باستمرار ، بسبب عملية ترسيب الطفل ، ومن ثم كان لا بد من تشييد ابنية تحويل جديدة على ارتفاعات ومناسيب أعلى من أجل التحكم في النسوب القاعدية للوادي .

اما المرحلة ( ٣ ) او المرحلة الثالثة ، وهي النظام اللاحق زنيا فهي تظهر



بوضوح في أحد الحقول ، ويبدو أنه قد شيد بعد أن كانت قناة التحويل قد امتلأت بالطين ، وليست هذه الوحلة أكثر من تحويل جزء من القطاع الأدنى من نظام التحويل إلى الزراعة المطرية . والمساحة المزروعة من هذه الأرض التي تعتمد على التصريف المطري لم تكن تغطي سوى ثلاثة هكتارات ، وتحصل على مياهها من مجموعين صغيرين للمياه يبلغ حجمهما ٣٥ هكتارا ويقعان على ارتفاع قريب من الغزوة ، وليس من المياه الأصلية من وادي ( قونب ) أما التصريف المطري من مجمع مياه الأمطار إلى الغزوة فقد كان ينقل عبر أراضي صخرية شديدة الصلابة . وكان الجزء الأدنى من نظام النقل أو شبكة النقل يتألف من قنوات تصريف مطري تقليدية ، أما في الجزء العلوي ، فقد كانت الأودية الطبيعية تقوم بعمل نقل المياه . ونحن كانت القنوات تعبر الأودية كانت خزانات التحويل الحجرية الصغيرة تحوّل فائض التصريف المطري من الوادي إلى القنوات . ومن السهل الطريقة والنادرة في هذا النظام نقل مياه التصريف المطري عبر الوادي عن طريق قناة مائية حجرية .

أما آخر من استخدم المنطقة فقد كانوا هم البدو والرحل الذين استغلوا الحقول الواقعة بين الأسوار المهددة للمصاطب في الزراعة الموسمية .

ولقد قمنا بفحص نظامي للتحويل : أحدهما في منطقة " ناحال عبادات " والآخر في " ناحال لافان " ( وادي عبيدات ) وكلاهما أكبر مساحة وأكثر تطورا من نظام تحويل المياه في منطقة ( قونب ) . وإن كان كلاهما يعملان بنفس الأسلوب ، إلا وهو استغلال التصريف المطري لمجمعات مياه أمطار كبيرة عن طريق قنوات التحويل . كما أنهما يعدلان على التطور التاريخي في نفس الاتجاه .

وسوف نصف نظام ( ناحال لافان ) ، لأنه يمثل النظام الأكبر ، كما أنه قد خضع لدراسة مستفيضة ، ويحتمل أنه كان كذلك من أكبر نظم تحويل المياه في هضاب النقب . وفي هذا النظام بالقرب من مدينة ( شفتاء ) القديمة ، ويبدأ حوض تصريف ( ناحال لافان ) عند الهضبة العليا ( لرامات ماتريد ) كما يتضمن مساحة ضخمة من التلال الجرداء التي تنحدر إلى العصر الأيوسيني . أن السيل الضخم الذي كان يتردد فوق سفوح التلال قد اقتطعت واد بعمق عبر السهل الفيضانية . أما السهل فيضيق في الأجزاء العليا ( عرض ١٠٠ إلى ٢٠٠ متر ) ، ويتسع أكثر من كيلو متر في الأجزاء الدنيا ، ويكثر على بقايا الأسوار القديمة ، ( المصاطب والقنوات في جميع السهل الفيضانية ) . ويبلغ ارتفاع بعض الأسوار من أربعة إلى خمسة أمتار ، وتمتد بعض القنوات أكثر من كيلو متر

طولا ، وما بين خمسة إلى عشرة أمتار عرضا ، وما بين مترين إلى ثلاثة أمتار عمقا . ولقد جذب اهتمامنا ذلك الامتداد الكبير لتلك الابنية ، فقد اخترنا مساحة تغطي ٢٠٠ هكتار للدراسة التفصيلية ومساحة التصريف عند هذه المنطقة تبلغ ٥٣ كيلومترا مربعا .

ولقد كشف الفحص الدقيق للمنطقين وجود أكثر من نظام للتحويل ، يعدل كل منها الآخر ، ولم نستطع لمدة طويلة أن نكشف عن الدقائق المعقدة لكل فترة ، بل لم نكن نستطيع أن نفرق بين تلك النظم . على أن تصريف الأنماط الجديدة لا بنية تصريف فائض المياه المطرية التي عثرنا عليها في المنطقة قد ساعدنا على تصور التطور التاريخي لتلك المنطقة . ويمكن تقسيم أبنية تصريف المياه التي كانت بمثابة منحدرات لنقل المياه من المنطقة العليا إلى المنطقة الدنيا إلى ثلاث فئات متميزة :

- ( ١ ) قنوات تصريف تمتد طبقتها الخارجية نحو ٣٠ مترا إلى ٦٠ مترا وهي قادرة على نقل سيل تبلغ في حجمها عشرة أمتار إلى ثلاثين مترا مكعبا في الثانية .
- ( ٢ ) قنوات تصريف تمتد طبقتها الخارجية من ثلاثة أمتار إلى ثمانية أمتار وهي قادرة على نقل سيل تبلغ أحجامها ما بين متر إلى خمسة أمتار في الثانية .
- ( ٣ ) قنوات تصريف صغيرة تصل إلى متر واحد في الاتساع للسيل التي تنقل عن متر مكعب في الثانية .

وقنوات التصريف من الفئة الأولى والمجموعة الأولى لم تكن تتصل بأي أسوار حجرية ، فكانت معزولة في الحقول مثلها مثل الابنية الضخمة المهجورة . ولقد ظننا في البداية أن الأسوار الحجرية كانت قد اتصلت ، ثم قام المستوطنون في العصر المتأخرة بقطع هذا الاتصال ، لكننا لم نكن نفهم السبب في أنهم قد خلفوا الأحجار الجبلية لقنوات التصريف . على أن رحلات الاستكشاف الجوية بطائرات الهيلوكوبتر قد كشفت لنا من الجو أن هذه القنوات الحجرية الفسيحة كانت تتصل بخطوط غير واضحة لم نتمكن من رؤيتها على الأرض ، ولقد أثبت الفحص الميداني اللاحق أن هذه الخطوط هي بقايا ضفاف ترابية كانت تنشأ عبر السهل الفيضاني . وهذه القنوات والسدود الترابية كانت تستخدم عندما كانت منطقة ( ناحال لافان ) مجرد منخفض ضحل ، لا يجري الطين العميق الذي يذرا اليوم . ولقد بنيت الضفاف الترابية من أجل توصيل مياه التصريف المطري عبر السهل الفيضاني عبر القنوات الحجرية الواسعة إلى الحقول بين هذه الضفاف . وكانت القنوات قادرة على تصريف سيل يصل إلى ١٠٠٠ ر. ١٠٠ متر مكعب في الساعة . وهذا النظام في نقل المياه يمثل المرحلة ( ١ ) أو المرحلة الأولى من تطور السهل الفيضاني في وادي ( قونب ) الذي سبق أن قمنا ولنا بالوصف .



اما قنوات التصريف متوسطة الحجم (النوع الثاني) فهي تنتمي الى نظام التحويل، وفي مرحلة من المراحل ازداد عمق (ناحل لافان) من منخفض عريض الى واد ضيق نسبيا تتكون قاعدته من الحصا. ولقد شيدت سدود التحويل لرفع جزء من مياه السيل خارج الوادي، كما شيدت قنوات التحويل لتوصيل المياه الى الحقول ذات المصاطب، ولم يكن يستخدم الا جزء من تلك السيل، ولذلك لم يكن الامر يتطلب سوى عدد محدود من قنوات التصريف. وكانت كل القنوات تؤدي الى ابنية توزيع متكررة ابتكارا رائعا، تقسم المياه على سبع قنوات فرعية اخرى. ولقد استعمل المستوطنون في المرحلة الثانية آثار الابنية القديمة في بناء مصاطبهم.

ولهذا الابحاث المستفيضة على ان مختلف قنوات التحويل قد شيدت في فترات مختلفة. ولقد استخرجنا بعض اسوار القنوات واسوار المصاطب حتى مستوى القاعدة واستطعنا ان نبين ثلاث فترات على الاقل من فترات التشييد، تماثل ما سبق ان وجدناه في منطقة (قريب). وفي كل فترة كانت الاسوار ترتفع باضافة صفين او ثلاثة صفوف من الحجارة بدل الرفع المستمر للاسوار على ان اظمة التحويل كانت تتلى تدريجيا بالاطفال اثناسا عليها واستخدموها، وان المستوطنين خلال المرحلة الثانية كانوا يواجهون دائما بمشكلة التعرية والارساب. ولقد تآكل الوادي، ومن ناحية اخرى كان الطفل من جمع المياه الكبير او من الضفاف المتآكلة للوادي يتسبب في الحقول المسورة بما يرفع مستواها. ولقد حاول المستوطنون احتواء السيل عند فة المدمرة بازسا اسوار ارتفاعها ستة امتار على طول ضفاف الوادي، ولكن في النهاية جاء اليوم الذي اختفت فيه الارادة من اجل محاربة الطبيعة على مثل هذا النطاق الواسع، او ان الجهود المادية والانسانية أصبحت يفوق الربح العائد من رائه.

ان المحاولة الهائلة لتسخير مجوعات المياه الضخمة واستغلالها لخدمة الانسان بالسيطرة على السيل الكبيرة قد انتهت، مما أدى في النهاية الى المرحلة الثالثة. وكانت هذه المرحلة في (ناحل لافان) شبيهة بالمرحلة التي رأيناها في وادي (قريب) حيث كانت الوحدات الزراعية التي تعتمد على التصريف المطري تفوض على اظمة التحويل وتنتمي اصغر القنوات لتصريف فائض المياه الى تلك الفترة.

وقد دلت جميع الارظمة المدروسة على وجود تماثل كبير في المراحل الثلاث للتطور. وعلى الرغم من اننا لم نستكشف هذه الارظمة في واقعها، فاننا نرى انه يمكن - تقريبا -

تحديد الفترات الزمنية لتلك المراحل. ان قطع الاواني الخزفية التي عثرنا عليها بالقرب من اظمة التحويل تنتمي الى اربع فترات: الفترة الاسرائيلية، الفترة النبطية، الفترة الرومانية، الفترة البيزنطية الاولى والفترة البيزنطية المتأخرة. اما اصغر هذه القطع الخزفية التي تعود الى العصر البيزنطي المتأخر فقد عثرنا عليها بالقرب من المرحلة الثالثة عند مزارع التصريف المطري من هذه المرحلة. ونعتقد ان المرحلة الثانية تنتمي للعصر النبطي الروماني للسببين التاليين: أولا: ان الاسوار الجيدة البناء والمهارة الهندسية الرفيعة اللازمة لتصميم وتشييد اظمة التحويل هذه تدل على وجود مجتمع منظم تتوافر له المعارف الهندسية، وهذا لا يتحقق الا في العصر النبطي الروماني، والعصر البيزنطي المتقدم، ثانيا: اكتشاف عدد من الهياكل الحجرية، ومعظمها مذابح القرايين ذات النقوش النبطية على يد "افراهام نجف" وأطراف بناء اكتشفه في الموقع في منطقة تحويل الرملة، هو ذلك النقش الذي يقول "هذا هو المد الذي شيدته جارسو وأصدقاؤه في العام الثامن عشر لسيدنا (رابيل) الذي قدم النجاة والخلص من أجل شعبه والملك المسحوق هو (رابيل) الثاني. اما التاريخ فهو ٨٨ - ٨٩ ميلادية على انه من الاصح تحديد المرحلة الاولى من حيث توزيع المياه على السهل الفيضانية الفسيحة. وليس لدينا دليل لتوضيح ما اذا كانت هذه المرحلة الاولى تنتمي الى عصر قديم او الى العصر الاسرائيلي. ويلزم القيام بأبحاث أثرية استكشافية أكثر دقة لتحديد تاريخ هذه المرحلة المبكرة. وبالرغم من ذلك يبدو ان الحضارة القديمة قد حشرت نفسها فوق الهضاب ولم تتوافر لها المهارة للقيام بهذا النوع من الزراعة المتطورة، اذ لا يزال من المشكوك فيه حتى الان ما اذا كان السكان من المزارعين ام لا، ومن ثم فمن المحتمل ان تكون هذه المرحلة منتمية الى العصر الاسرائيلي.



## الفصل الثامن

### أوراق البردي " نيتزانا "

قريّة نيمان أحد أحياء مدينة البعثة  
٣٠ يوليو ١٩٦٢ ميلاد بـ

باسم كل ما هو خير ، فاني أنا فلانيوس سرجيوس بن الياس خفية تايم اهوداس  
وجندي من جنود المعسكر العراب هنا ، قد اجريت القصة التالية بين ابنائي : الياس  
الحلقة ، زكرياس ، ستيفان . والياس هو ابن زوجتي الاولى ، المرحومة ماريا بن  
نيمودوس والحلقة ، زكرياس ، وستيفان ابنائي من زوجتي الثانية ( مليكا ) بن  
ابراهام . ان سرجيوس نفسه وعلى مسؤوليته الشخصية يمثل في هذه القصة ابنا ، الصغار  
الحلقة ، زكرياس ، وستيفان ، وهم الآن اطفال قصر .

ان سرجيوس هذا الذي يتصف بالولا المطلق يقسم على التنازع بين ابناؤه المذكورين  
في أربعة أبنية ، الهابي ، وأراض المحاصيل ، والمواد التي يملكها ملكية خاصة .

بعد ان اجري التقسيم ، وألقى بقطع الترد بينهم في حضور الاصدقاء ، ولاقارب ،  
بعد ان اطمان كل منهم بالقسم بالتأليف المقدس وحياته وصحة الابراطين انهم سوف  
يلتزمون بتلك القصة ، وانهم لن ينتهكوا اي حكم من احكامها سواء داخل المحاكم  
او خارجها ، وانه اذا حاول احد هم الافتراء فان الشخص المفتري او المعتدي سوف  
يتمنى الطرف الذي يلتزم بالعقد بدفع فرامة اعتداء يتفق عليها هنا رسميا ، به مبلغ  
مئة مائة من الذهب ، والا فاننا في ذلك المبلغ - بعد دفع الغرامة - سوف تبقى  
القصة صحيحة سارية المفعول .

ولذلك فقد خصص لعاحب المكان المرفوعة الياس من نصيبه بقلا من الربيع الذي  
يملكه من قبة النبي - وسبعة مائة بر صولدي ثقل سبعة فرايرط بحسب عملة غرة كط خصص  
الياس المذكور من ربيع نصيبه من اراض المحاصيل النصب المناسب الموجود في

( ابيات الباع ) المستعبد ممتلكات ورثة المرحوم ابن ( خلفاي ) بكل الحق المشروع ، وان  
تكون الجدوله هي :

شرق ممتلكات عمرو ابن الخلد . .

غرب ممتلكات ستيفان ابن زوياع

حفيد . . . . .

جنوب ممتلكات ورثة المرحوم خلفاي ( ١ )

شمال الممتلكات المخصصة للمذكور الياس .

وهكذا نجد ان كاتب احدى مدن النقب وهي مدينة ( نيتزانا ) منذ ( ١٤٠٠ سنة )  
مضت قد حور وثيقة قانونية استخدمت مصطلحات رسيبة من القانون تشابه اي مصطلحات  
يستخدمها المحامون في الوقت الحاضر . وهو في الاثر في القرنين السادس والعاشرون  
الميلادي لم يكونوا يعرفون ان مجرد تسجيل ، بميلاد الاقصادية والطالبية والقانونية  
في عصرهم سوف تساعد - بعد عدة قرون - الباحثين المعاصرين على فهم اماليب حياتهم  
في تلك القرى الصحراوية النائية .

ان الخطاب السالف الذكر وهو احدى أوراق البردي ( نيتزانا ) قد عثر عليه بعثة  
اثريّة بقيادة العالم ( هـ . د . كولت ) من بيرزك ( انظر ترجمة حياته تصد اسم كراير )  
وكانت أعمال الحفر والتقيب قد بدأت في ( شتاء ) عام ١٩٣٥ وعلى الرغم من ذلك  
فان موسم الجفاف الشديد ٣٥ - ١٩٣٦ أدت الى استنزاف موارد المياه هناك ، وجفاف  
آبار المياه الجوفية ، وعدم توافر مياه الشرب ولذلك قرر ( كولت ) الانتقال بجماسته  
الى ( نيتزانا ) حيث كفلت لهم مجموعة من الابار المياه اللازمة . ولقد كتب كثير ( كولت )  
في تقريره :

" اضطرت البعثة لان توقف عملها الاصل في منطقة سبيتا والانتقال الى مكان آخر .  
ولقد كانت منطقة العوجة التي تبعد حوالي ١٩ كيلومترا غرب منطقة سبيتا - ومع انها تبعد و  
غير صالحة بسبب اعطال النهر التي تعرضت لها خلال الحرب العالمية الاولى - كانت  
هي الموقع الوحيد في المنطقة الذي تتوافر فيه آبار كافية ومياه كافية للبعثة . وقد انتقلت  
البعثة الى " العوجة " وبدأت مسح الاثار العاد انكنها العودة الى سبيتا بعد ذلك ،  
لكن الجفاف استمر أكثر مما كان متوقعا بحيث جرى التذليل الكامل للآثار فيها بعد . ولقد  
كان الجزاء الوفاق لهذا العمل هو كشف وثائق من أوراق البردي عثر عليها في فلسطين لاول  
مرة .

( ١ ) هذا نص تاريخي مكتوب على احدى أوراق البردي عثر عليه أحد علماء الآثار في صحراء  
النقب كما سوف يتضح . ( المترجم )



ولقد أطلق على هذه الوثائق اسم أوراق برد نيتزانا ، وهذا الكشف غير المتوسع بتاتا ، والذي يعتبر بالغ الأهمية لمعارفنا عن ماضي منطقة القرب - تم في قرنتين فسي كيسة مريم أم الرب ، كنيسة مارجيوس وباخير حيث خزنت البرديات ، وهذه البرديات فسي جزء منها أدبية ( وتضم نسخة من شعر فرجيل ، مع قاموس لاتيني يوناني للزيادة ، ومخطوطات لانجيل يوحنا ، الخ ، وأجزاء أخرى غير أدبية ) كتبت خلال السنوات المائة الأخيرة من الحكم البيزنطي في منطقة القرب ( باللغة اليونانية ) . وخلال السنوات الأولى من الفتح العربي ( باللغتين اليونانية والعربية ) . وتألف الوثائق غير الأدبية من محفوظات ( أرشيف ) وحدة عسكرية ( وهي فصيلة جنود ثبوتية المخلصين ) ( وهي فصيلة من الهجاة ترابط عند ومسكر ( نيتزانا ) . ومخطوطات الكنيسة من أوائل القرن السابع ، والمخطوطات الشخصية لجوج ( ابن باتريك ) وعدد من الوثائق في القترت الأولى اللاحقة للفتح العربي .

وتكشف مختلف المجالات بوضوح انه بعد ان احتل الرومان امبراطورية النبطيين بأرمعانة مدة كان السكان يضمن عناصر من أصل نبطي . وتبرز هذه الحقيقة اسماء السكان : تايم او يوداس ( خادم ايووداس ) وهو الاله النبطي او الملك النبطي الذي استمد منه اسم مدينة عداة ، وكذلك اسم تام الجاع و " عبد الجاع " ( خادم الاله النبطي ) لكن الاسماء العربية الخالصة الجديدة تشير الى ان عملية تسريب العرب كانت قد بدأت بالفعل قبل الفتح بفترة عام على الأقل .

ويبدو من برديات ( نيتزانا ) ان هناك ثلاثة أنواع من ملاك الاراضي الزراعية - الكنيسة ، والزارعين الافراد ، والجنود المحليين . وهذه الفئة الأخيرة كانت من جنود أو ميليشيا المنطقة ذاتها ، أو الحرس الوطني الذي كان يملك كذلك اراضي زراعية .

لقد كانت الكنيسة تؤدي دورا بارزا في شئون منطقة نيتزانا حتى بعد الفتح العربي ، اذ ان المؤسسة الكنسية كانت تضم ملكيات واسعة من الاراضي .

ولم تكن البرديات مكتوبة بطريقة الطال بهدف ان تبلغنا عن الاساليب الزراعية المستخدمة آنذاك ، وان كنا نحتيط الانقطاع بها في هذا الفرض . لقد عرفنا من تلك البرديات نوع المحاصيل الحقلية وأشجار الفواكه التي كان يزرعها سكان ( نيتزانا ) وكذلك المحاصيل التي تجمع حنولا من الشعير والقمح . كما اننا نستخلص من تلك البرديات - كذا لك نتائج - تعمل بالاساليب الزراعية المستخدمة ، ومساحات القطع الزراعية ، ومواقع الحقل . وتشمل المحاصيل المذكورة بشكل خاص : القمح ، والشعير ، وبساتين من

الخضروات يسقى آراكون لا يمكن التعرف عليه بسهولة ، وقد يكون نوعا من النباتات العشبية اما الفواكه المزروعة فكانت التين والعنب .

وتذكر الوثائق أيضا : الزيتون ، والبلح ، واللوز ، ولقد وجدنا في تجارينا ان الزيتون يناسب تلك المنطقة تماما ( انظر الفصل الرابع عشر ) ويحتل ان يكون قد زرع في ذلك الوقت . وهناك واد بالقرب من ( شيفناه ) يطلق عليه المد وفي الوقت الحاضر اسم ( وادي الزيتون ) واسمه وادي اشجار الزيتون باللغة العربية . ولا زالت هناك أشجار زيتون طاعنة في القدم موجودة حتى الان تنمو نموا برياً في نفس ذلك الوادي .

كما يمكن ان تنمو اشجار نخيل البلح في الصحراء في ظل ظروف خاصة ، فهي تحتاج الى كميات من المياه ، تعادل ما تحتاج اليه اشجار الفواكه الاخرى بنسبة ٦٥ ٪ . اما المياه الا انه يمكن ان تكون المياه شديدة الملوحة ، اذ ان نخيل البلح يتحمل المياه المالحة ، ولذلك لا توجد اشجار نخيل البلح الا بالقرب من عين الماء او الواحات حيث يتفصح أحواض المياه . والقرب من منطقة ( نيتزانا ) اعتقد " قادي بارنيا " يبيع قديم دائم التدفق للمياه ، وتنمو اشجار نخيل البلح حتى الوقت الحاضر عند هذا المنبع . وفضلا عن ذلك فان البئر الرئيسية القديمة في منطقة ( نيتزانا ) وهي تنتج من ٣٠٠ الى ٥٠٠ قدم كمعب من المياه المالحة في اليوم الواحد . يمكن ان تستخدم في رى اشجار النخيل . وتحتاج اشجار نخيل البلح ما بين ٢٠٠٠ الى ٣٠٠٠ متر كمعب من المياه سنويا للهكتار الواحد . وتكفي بئر ( نيتزانا ) لرى حوالي ستة هكتارات تضم مائة شجرة في الهكتار الواحد . ويمكن لعدد متماثلة شجرة ان تنتج حوالي ستين طنا من البلح سنويا .

اما شجر اللوز وشجرة اللوز ذاته فقد ورد ذكرها ذاء مرة في الوثائق ، اذ كانت اشجار اللوز شديدة الانتشار في القديم ، ونظرا لانها كانت تنمو طبييا في القرب ، فاعتقدنا ان سكان ( نيتزانا ) القدماء كانوا ينتجون اللوز محليا كما كان يزرع في نفس المنطقة الرمان والخوخ حيث عثر بعثة " كولت " على بذورها في قبو مغلق في كنيسة مارجيوس وباخوس .

ونعلم من ورقة البردي رقم ( ٨٢ ) الكثير عن انتاج الحبوب في تلك العصور ، وهذه البرديات المكتوبة في القرن السابع الميلادي تقدم تغييرا من المزارعين المستاجرين الى صاحب الارض والمؤجر . وتورد نوعية البذور او الحبوب البذرة في عدد من الحقول الى جانب انتاجها . وأهم الحقائق التي ورد ذكرها في هذه البرديات هي ان انتاج القمح والشعير



يعادل ٦٨ الى ٨٧ مرة من الكمية التي تذر في الاصل . وهذا اقل قليلا من الانتساج العائد من مزرعة عبدا . لقد كان الانتاج المرتفع في ( عبدا ) في سنوات المطر الغزير يرجع الى استخدام الاسمة الحديثة .

عند الحديث عن تقسيم الملكية كان واضعوا البراءة باستخدام عدد من المصطلحات الغريبة عن الاراضى الزراعية ، وكانت تتضمن معلومات كثيرة عن الاساليب المستخدمة عند سكان ( نيتزانا ) القدامى . ولقد حاولنا دراسة معنى هذه المصطلحات في اطار خبرتنا العملية للزراعة الصحراوية التي تعتمد على التصريف المطرى . ويمكننا ان نفسرنا عن التفسيرات التي تحصل اليها العالمان : ( كرامر ) و ( مايرسون ) مترجما ونفسرا برباط ( نيتزانا ) غير الادبية .

وتعنى كلمة " كيبوس " البستان اى مزرعة اشجار الفواكه ، وهي تطبق على كسل بستان بشكل عام ، من تميز بين البستان العروى وغير العروى ، كما ان ترجمة كلمة ( كيبوس ) بأنها بستان يؤكد هذا المعنى على عدد من الوثائق القانونية التي اكتشفت مؤخرا في " ناخال خيفير " .

واذا كتبت هذه الوثائق باللغة اليونانية عام ١٣٠ ميلادية فهي تتعرض لامرأة يهودية كانت تملك قطعة من الارض في منطقة " ماموا " في الطرف الجنوبي للبحر الميت ( وهو ما يعرف اليوم باسم قبر الصافي ) وفي تلك الوثائق تستخدم كلمة " كيبوس " عدة مرات فيما ينصل باشجار نخيل الملح ، بما يعنى مزرعة اشجار نخيل الملح ، وهي المزرعة العروية . ومن ناحية اخرى لما كانت كلمة ( اكسروس ) تعنى الجفاف فان كلمة اكسروس كيبوس تعنى البستان غير العروى ، والذي يتلقى مياهه من المطر والتصريف المطرى في كل الظروف السائدة في الزقب .

ولذلك فان ترجمة كلمة ( كيبوس ) بأنها مزرعة او ضيعة تعتبر صحيحة اذا استخدمت بمصاحبة اسم العلم . وهناك وثائق معينة تتناول تقسيم وتقسيم الارض الزراعية بالقرب من منطقة " نيتزانا " تستخدم المصطلحات الواردة في تلك الوثائق مما يعطينا نظرة اعمق عن الاساليب الزراعية المستخدمة لدى سكان " نيتزانا " وهو ما أكدته اكتشافاتنا . ويورد في هذا العدد شالين الوثيقة رقم ( ٣١ ) وهي عقد مكتوب في القرن السادس الميلادي ، وقد قسم المبادئ والاراضى بين ثلاثة اخوة ، سرجيوس وخلفا لله وبكتور ، ولسوا الحظ لم تكن الوثيقة كاملة ، ولم يبق منها الا الجزء الخاص بسرجيوس

وخلف الله ، ولكن بالرغم من ذلك فان النص يتضمن الكثير من المعلومات ، فقد تلقى ( سرجيوس ) :

• الجزء الأوسط من الكرمة وكانت الحدود هي :  
السم الشرقي والغربي

شمال ممتلكات فيكتور ، الشقيق والمشارك .

جنوب ممتلكات خلف الله الشقيق والمشارك .

القطعتين الوسطيتين المتلاصقتين من ارض المحاصيل من القطع الواقعة بعد الكرمة والحدود هي :

السم الشرقي

• قرب قناة المياه الخاصة لخلف الله الشقيق المذكور .

• جنوب ممتلكات فيكتور الشقيق المشارك .

كما تلقى خلف الله :

• القطعة العليا من الكرمة ، وكانت الحدود :

السم الشرقي والغربي

• شمال ممتلكات سرجيوس ، الشقيق والمشارك .

• جنوب ممتلكات خلف الله نفسه .

وكانت القناة التي تنقل مياه تصريفها لاطار الى ممتلكات خلف الله هي قناة تحويل تنقل مياه السيول من الوادي الى الحقول ، كما كانت الوثيقة تتضمن معلومات اخرى صوف تبرز اهميتها في الفصل التاسع الذي يتعبر فيه لما يعرف باسم " تليلا العنب الصغيرة " . ولقد ذكر بصراحة ان ارض المحاصيل كانت تقع وراء كرمات العنب ، ولما كان من المعتاد زراعة المحاصيل فوق المنحدرات بل في الاودية والسهول الفيضانية والمنخفضات ، حيث كانت التربة عميقة نسبيا ، فقد كانت كرمات العنب التي وصفها الوثيقة رقم ( ٣١ ) تقع في قاع الوادي ، لا فوق المنحدر المنحدرة .

وتقول الوثيقة رقم ( ٣٢ ) ( من القرن السادس ) وهي وثيقة مزقة :

" نحن ابراهيم ، وستيفان ، وجيمو ، نوافق علنا طبقا للقانون قد تلقينا ،

وقبلنا منك كل اراضى المحاصيل المنزوعة منك لنا بالاسم والحدود المذكورة ، ونصف

بستان التين ، ربع نصيب بئر المياه السفلية الموجودة هنا ، مع كل حقوق الدخول والخروج

وسائر المزايا واستخدامها وملكيتهما " .



"نحن ابراهيم وستيفان وجير" بكل حقوق الدخول والخروج ونقل المياه .

وتصور هذه البردية مزرعة مكتملة بالبشر والدخول حيث يزرع التبن والمحاصيل الحقلية ، وينطبق هذا الوصف على كثير من الوحدات التي درسناها في هذا المجال ( الفصل السابع ) اما عبارة الوثيقة ( التي تفوق بكل دخول والخروج ونقل المياه ) فهي عبارة شديدة الطرافة ، ولكن بسبب تعزق هذه الوثيقة فاننا لانستطيع وضع هذه العبارة في سياقها الصحيح ، وربما كانت العبارة تشير الى بشر المياه او الى جري المياه او القاعة ، وان كان من الممكن انها تشير الى ان حقوق المياه كانت على درجة من الاهمية تكفي لتسجيلها في وثائق قانونية .

لقد جلب الفتح العربي تغيرا ملحوظا في المنطقة ، ويمكن هذا في النخبة الصغيرة في بردية مصر ما بعد الفتح العربي فلقد أصبحت المسألة الاساسية كما يقسول العالم ( كرامر ) :

" أصبح المحو او البؤة تنحاز القبة التي يده وانها تتضال الى حجمها الطبيعي كجرد مكان استيعاب في النسيج الكلي للإدارة الاسلامية ، وأصبح التركيز على الضرائب وعلى الخدمات الاجبارية التي تتحل في اسلوب العمل العام الذي يبتناق في تناقضا كبيرا معجوالا لثمة المائدة لدى البيزنطيين ، وما لا شك فيه ان الاعتبار الاول لدى الحكام الجدد هو الزيادة الطردة للإيرادات لدعم الاسرة الحاكمة وقواتها .

ان سكان منطقة " نيتزانا " الذين كانوا يعتبرون حتى الفتح العربي خفرا اما فيما هاما ضد البدو ضد الصحراء أصبحوا يخضعون للقبائل العربية الوافدة من الصحراء ، واذا خضع سكان " نيتزانا " للقبائل العربية الرابطة في القوى فقد وجدوا انفسهم وقود هبطوا الى منزلة مواطنين من الدرجة الثانية في اقليم عديم الاهمية ، ولم تحدث اى انتفاضة كبرى بينهم ، وها كركر للحضارة والثقافة ، فقد هجرت ( نيتزانا ) في النهاية ، وكتبت آخر بريدة من البرديات قبل نهايتها القرن السابع .

## الفصل التاسع

### الهضاب الحجرية وميكانيكا التصريف المطري

من السمات الباهرة في الآثار القديمة الواسعة الانتشار في صحراء الدفب توالس وجود مئات الآلاف من الهضاب الحجرية في مناطق نسيحة مترامية ، وهو ما نجد في فوق المنطقة كلها ، وبصفة خاصة بالقرب من المدن القديمة ( عباد ) و ( شفتاه ) و ( نيتزانا ) ، وتبرز هذه الهضاب او الرؤوس الحجرية خاصة عند ( شفتاه ) و ( نيتزانا ) حيث تكون تربة الطفل الصفراء الفاتحة خلفية متناقضة مع الحجر الصوانى لتلك الهضاب ذاء اللون البنى المشرب بالسواد ، وهي لا تظهر بوضوح في منطقة عباد حيث تشابه الاحجار الطباشيرية لوما يقمن عوامل ( التعرية ) في ليدها مع صخور الحجر الجيري الأصابة لمفوح التلال ، وان كانت تظهر في منطقة عباد في فترة الصباح المبكر ، او المساء المتأخر حين تظن الكوام الاحجار المنخفضة ظلالا مستطيلة ، ومن ثم تمكن الارض من الفاتحة من رؤيتها ، وهي تتأثر فوق سفوح التلال ، ولقد لاحظ جميع الباحثين تفريها من زاروا المنطقة منذ عهد العالم بالمر ١٨٦٩ - ١٨٢٠ - لاحظوا هذه الهضبان الحجرية . كان بالمر اول من سجل تعاقبها ، وأول من حاول تحديد استخدامها - او استغلالها السابق لقيه كتب بالمر يقول :

" بعد سفر استغرق ساعتين وعشرة دقائق من منطقة بيرمين وصلنا الى " العوجة " وكان حجر الصوان الاسود يغطي سفوح التلال ، وكانت مغطاة بصوف طويلة منظمة من الاحجار التي جرفت معا بعناية ، ثم تراكت في اكوام صغيرة جرداء لاحص لها ، ولقد سهبت لنا تلك الظاهرة حيرة في بادى الامر ، ان كان من الواضح انها من صنع الانسان ، انه قد قصد بها فرض زراعى معين ، ولكننا لم نكن نستطيع ادراك نوع النباتات التي تزرع في مثل هذه الارض الجافة الجرداء . لكن القراءات العربية كان عونا لنا ، وحده تسميته " تليلات العنب " او ( تلال العنب ) المشكلة بالدهسة لنا ، فذلك السفوح المشية لواحمت زراعتها وعمايتها بموارد المياه والاداء الزراعية التي لا بد ان تكون قد توافرت لدى سكان منطقة العوجة - لاعطت نتائج معتزة في استزراع العنب ، كما ان السطح



الموانئ الفاصل يسخن حرارة الشمس على حين تسمح تلك التلال أو الروابي الصغيرة لكمساء الاعشاب ان تنبت فوقها ، كما انها تحفظ المناقيد بعيدا عن الارض .

لقد كان ( بالمر ) عالما لغويا ذائع الصيت ، كما كان ذا عين فاحصة ، وقدرة على التعبير عن ملاحظاته بالالفاظ ، لكنه لم يكن خبيرا في الزراعة . ومن اهداف عمل ( بالمر ) في الرقب ، والتي كانت تمثل بالنسبة له جزءا من الخروج من الصحراء الى الربط بين اساء الاماكن العربية والبدوية والمواقع والموارد الواردة في الترواة . ان هذا التفسير للهدف من تلال الاحجار ، كان يعتمد على معلومات تلقاها من مرشديه من البدو . وقد لفتنا تجربتنا على ان البدو وليس مخترعا عبقريا ولا زارعا موهوبا ، وهذا التفسير البدوي لتلال الاحجار على انها ( تلال العنب ) يجب رفضه ابتداء ، لانه ليس ثمة دليل يؤيد هذا القول . ان هذا الربط بين التلال وزراعة الاعشاب فوق سفوح التلال ادى الى تضليل كثير من المراقبين الذين اتوا فيما بعد .

وحيث بدأنا الدراسة لاحظنا ان التلال الحجرية ليست الا جزءا من الظاهرة ، لقد وجدنا مع التلال قطاعات او شرائط حجرية ، اى اكواام من الحجارة موضوعة في صفوف طويلة ، لا في شكل تلال ، ولم تسجل هذه الخطوط او الشرائط ( القطاعات الحجرية ) من قبل ، ولقد ركز المراقبين السابقون اهتمامهم كله على التلال فقط . وتتقاطع الخطوط مع التلال ، وهما معا يكونان نمطا او شكلا هندسيا دقيقا . وفي كل نمط من الانماط فان المسافة ما بين التلال والخطوط تتبع في العادة نفس المسافة النموذجية النمطية بالنسبة لهذا النوع . وهذه الانماط المنتظمة ليست تكوينات طبيعية ، بل انها من صنع الانسان ، وهي نتيجة لوضع احجار فوق السطح وترتيبها .

وفي منطقة ( شفتاه ) و ( نيتزانا ) تتكون الخطوط والقطاعات من احجار صوانية وحصى ، موضوعة في صفوف ترتفع من نحو خمسة عشر الى خمسة وعشرين سنتيمترا . وعرض هذه الصفوف ما بين مترين الى ثلاثة امتار والمسافة بين الصفوف تتراوح بين ستة الى عشرة امتار وتتخلل هذه الخطوط ( وعلى مسافات متباعدة احيانا ) تلال حجرية هي اكواام من الحصى والحجارة التي تتفاوت في الارتفاع والقطر والمسافة ، وترتفع التلال الصغيرة ما بين خمسة عشر وعشرين سنتيمترا ، ومتر في القطر على حين ترتفع التلال الكبيرة مترا حتى خمسة امتار في القطر ، وتبدو المسافة ما بين التلال متناسبة مع الحجم ، فالتلال الصغيرة على مسافة مترين الى اربعة امتار من حيث التباعد ، على حين نجد ان التلال الكبيرة قد تتباعد بمسافة عشرين الى ثلاثين مترا .

وفي منطقة ( عبادات ) تتخذ تلك التلال والقطاعات بشكل عام اشكالا مختلفة وصورا متباينة عنها في منطقة شفتاه فهي تعكس الظروف الطبيعية الجغرافية للمنطقة من حيث تلالها في الصخور المجددة الزوايا والصخور المنحدرة على سفوح التلال ( من صخور الهالما والمنحدرة ) ( انظر الفصل الخامس ) وهناك نجد ان التلال ذات تركيب شديد الصلابة وقد كانت الاحجار الضخمة تستخدم لبناء قاعدة خارجية كما كانت الاحجار المغرية والحصى تستخدم في تركيب هذا الاساس وتلك القاعدة وتتفاوت المسافة بين التلال تفاوتا كبيرا ، وتصبح عند السفوح الصخرية شديدة الانحدار متباعدة لمسافة ٥٠ مترا اما حجم التل المتوسط فوق هذه المنحدرات فيقدر بحوالى متر واحد كمعبر ، وطرا لانها تقدر بمائة تل في الهكتار الواحد ، فقد نقل المستوطنون القدامى حوالى ١٠٠ متر مكعب من الاحجار في الهكتار الواحد . ويمكن للفرد نقل ما بين ١ الى ١/٢ متر مكعب من الحجارة يوميا . ومن ثم فان بناء هذه المناطق التلالية في عبادات استلزم ما بين ٢٠٠ - ٣٠٠ يوم / رجل في الهكتار الواحد .

لقد كان بناء التلال الحجرية اصعب في منطقة عبادات من تشييد تلال الحصى في منطقة شفتاه ، ومن ثم فان تقدير سنة رجل واحد للهكتار كل عام هو تقدير معقول بالنسبة للمنطقة كلها . وبعبارة اخرى ، فان الف ( ١٠٠٠ ) عامل ( اى ما بين ٢٠٠ - ٣٠٠ أسرة ) يمكنهم اعداد ١٠٠٠ هكتار سنويا ، وهو عمل ليس بالغ الصعوبة .

كما ان القطاعات الموجودة فوق منحدرات ( عبادات ) قد شيدت بجدار اساسى ادى الى المنحدر المكون من الاحجار الضخمة ، مع وضع احجار اصغر حجما ليل المسافات بين الاحجار الضخمة ، وبسبب عدم انتظام التضاريس ، فان الانماط الهندسية كانت اقل شيوعا في منطقة عبادات منها في منطقة شفتاه ( ونيتزانا ) وان كانت التلال والقطاعات في عبادات في المناطق ذات التضاريس المنخفضة ، تشابه مع التلال والقطاعات في منطقة شفتاه من حيث الحجم والشكل والمسافة .

وبعد هذه الخلفية الوصفية يمكننا الان ان نتناول النظريات التي طرحها لتفسير السبب في تشييد المستوطنين القدامى للهضاب الحجرية فوق سفوح التلال . ولقد طرحه اربع نظريات في هذا الصدد ، تربط كلها بين الابنية وبين الزراعة . وهذا بالتأكيد رأى سديد ، وهناك نظريتان ، نظرية بالمر ونظرية البروة والذى تربط بينهما وبين الزراعة فوق سفوح التلال على حين نجد ان هناك نظريتين اخريين هما نظرية ( كيهار )



ونظريتنا نحن ، تربط بين تلك الابنية وبين الزراعة في الودية .

وسوف نتناول أولا نظريات زراعة سفوح التلال . كان المفروض على انصار تلك النظرية وهم بالمر ومن بعده مايرسون الذي طور النظرية فبط بعد ، كان عليهم شرح كيفية حصول النباتات ( الاعاب كما يقولون ) على المياه لتتمكن من النمو فوق سفوح التلال . ولقد أدركوا ان سفوح التلال جرداء ، وتحمل مجموعات نباتية دالة على أكثر الظروف جفافا ، ولم يجب ( بالمر ) على السؤال بشكل مباشر على الإطلاق ، لكن ( مايرسون ) يقترح ان المزارعين القدماء نقلوا المياه من آبارهم لري أعابهم وبدل الحساب البسيط ان هذا الرأي غير منطقي فكرة العنب تحتاج على الأقل الى نصف متر مكعب من المياه سنويا لانتاج محاصيل متواضعة ، وسقوط الاطار في الشتاء لا يكفي ومعظم المطر تتصرف مياهه ولا يمكن استخدامه في الاعاب التي نوصفها ، ولذلك لا بد ان تؤخذ كل كميات المياه من الابار ، وبالقرب من ( عبدة ) كانت توجه نحو عشرة هكتار مغطاة بحوالي ٨٠ - ١٠٠ رتبة في الهكتار الواحد اي حوالي ١٠٠ رتبة او هضبة في مجموعها الكلي ، وإذا كان كل منها يتلقى نصف متر مكعب من مياه الري ، فانه كان على المستوطنين سحب ٥٠٠٠ متر مكعب من المياه سنويا من آبارهم من اجل هذا الغرض ، ويتجاوز هذا الرقم الطاقة الكلية لكل الابار بالقرب من عبدة ، وتقدر هذه بحوالي ٥٠٠ متر مكعب ، وإذا كان المزارعون قد استخدموا كل كميات مياههم المستخدمة في الابار بكل حرص لري الاعاب فانه ما كان ليتبقى لهم كميات ضئيلة من الماء لانفسهم ولما شربهم .

اما نظرية الندي التي تقول بتوافر المياه لسفوح التلال فهي اقرب الى المنطوق ، ولكنها تنهار كذلك . ففي تلك النظرية يفترض ان تلك الروابي والتلال تعمل عمل آبار ( الهواء ) بحيث يجري تكثف الماء في تلك الاحجار الباردة ويفترض ان يتكثف الماء في كميات كبيرة بحيث تنساب المياه من الاحجار لتبلل التربة الواقعة أسفلها ، ويمكن لاي فكرة لحسن الحظ اختبار صحة تلك النظرية ، وسوف يتبين ان الاحجار تغطي فعلا بالندي ، الا ان كميات الندي لا تصل الى مستوى الندي في الانسحاب ، واهم من ذلك فقد اثبتت قياسات الندي بالباشرة ان تكون الندي داخل الروابي والتلال ليس انقل منه خارجها حيثما تصبح انه لا يكفي مطلقا لتوفير احتياجات المياه لانه في اقل النباتات العليا .

لكن الاعتراض الاكبر على نظريات ( بالمر ومايرسون ) ونظريات الندي في زراعة سفوح التلال هو ان تربية سفوح التلال لا تناسب الزراعة ، لانها تعتبر ضمن التربة

عالية الملوحة ( ٢ - ٣ % من مجمل الاملاح ) كما انها تتسم بالفضالة ( ١٠ - ٣٠ سم في العمق ) والتحجر ( ٨٠ % حجارة ) ، ومن ثم فهي لا تناسب إطلاقا مع افراض الزراعة . ولم تفسر نظرية ( بالمر ومايرسون ) على الإطلاق السبب في استخدام المزارعين الانكبياء للمياه الشحيحة لري المنحدرات وسفوح الصخور الطحينة الضحلة ، على حين توجد أسفل هذه السفوح غمر الملاحة تربات عميقة جيدة في الودية الملاصقة وفي السهول الجسورة ففي تربية تلك الودية استترج الله ما ، الاعاب بالفعل على نحو ما وضحته برديات منطقة ( نيتزانا ) انظر الفصل الثامن .

ولهذين السببين الاساسيين نرفض نظريات زراعة سفوح التلال ، وسوف نتقل الى النظريتين الاخيرتين اللتين ترابطان بين الروابي والتلال وبين الزراعة في الودية . ونقول نظرية ( كيدار ) ان قدامى المزارعين يفتقرون الى التربة الصالحة للزراعة في الودية وقد حاولوا دفع عجلة عملية التمرية فوق سفوح التلال بتوظيف الغطاء الحجري القلبيعي وزالته وقت كان يحول دون عملية التمرية . وكانت التلال الحجرية تنجح في ثانوية لعملية ازالة الاحجار ، وكان الهدف من اسوار المصاطب في الودية تخزين طغى التمرية الجروف بعينها من سفوح التلال .

على ان هناك ثلاثة اعتراضات رئيسية على هذه النظرية . أولا ان التلال قد شيدت بعد ابتكار زراعة معظم الودية لاقبلها ، ولقد استطعنا تجديد تاريخ بعض هذه التلال الحجرية في منطقة عبدة حيث وجدناها قد شيدت فوق اتجاه احد الطرق الرومانية المؤدية الى عبدة ، مما يدل على ان بعض تلك التلال قد شيدت في اواخر العصر الروماني البيزنطي . وقد دلت ملاحظتنا حول المناطق المزروعة في الودية على ان كثيرا من السهول الفيضية الفسيحة كانت موجودة وانها قد زُرعت في العصر الاسرائيلي اي في الفترة الفسنة على الاقل قبل العصر الروماني حين شيدت بعض هذه التلال . ولم نعث على تلال متعلية بمزارع تصريف مطري تنتمي الى العصر الاسرائيلي فحسب ، ومن ثم فمن المحتمل جدا ان تكون الزراعة القائمة على اساس التصريف المطري سابقة في تاريخها على التلال الحجرية .

ثانيا تدل دراساتنا عن التمرية على ان مجمل التمرية السنوية من سفوح التلال التي ازيلت احجارها تبلغ ما بين ٢٠ الى ٢٠٠ مليون مترات ، ومعنى ذلك ان المستوطنين لابد ان ينتظروا مائة عام على الاقل قبل ان يختزنوا نصف متر او مترا من التربة في الحقول الواقعة خلف المصاطب والاسوار . فلماذا كانوا يفعلون خلال المائتي عام ؟ هل ينتظرون



في صبر ؟ ولا يهوان ذلك تفسير مقرب ومنطوق .

ثالثا : لقد عثرنا على تلال حجرية في مجامع المياه تصرف مياهها في الآبار ، فهل يعقل أن يكون المستوطنون القدامى قد خاطروا وجازفوا بشبكات توفير المياه بتشبيد ابنية لزيادة معدل تكوين الطفل في مصدر المياه الرئيسي ؟ ان ذلك أيضا امر يتنافى مع العقل والمنطق .

وسوف نتناول الان بالتفصيل نظريتنا ، لاننا نشعر ان فهم تلك النظرية فهمنا كاملا سوف يساعد القارى على فهم سر الزراعة في الصحراء . اننا نرى ان توافر المياه عامل يحدد الحياة والاستيطان الزراعى في الصحراء . وسوف نبحث حقيقة هذا الراى فيما يتصل بالنباتات باستفاضة في الفصل السادس عشر والسابع عشر . لقد شيد المستوطنون القدامى التلال الحجرية وانماط القطاعات من اجل زيادة مقدار تصريف امطار السيول المتاحة لهم . اننا نأمل بشرح هذه النظرية ان ننقل الى القارى فهم عملية التصريف المطرى في صحارينا ونطرح نتائج عدد من سنوات الابحاث الهيدروولوجية في تلك المنطقة .

عدد ما تبدأ الامطار في السقوط فان الغطاء النباتى هو اول ما يعترضها ، وحصول بينها وبين الوصول الى الارض . وتسوى كمية المياه المطرية اللازمة لترطيب النبات ( التخزين الاعتراضى الاحتجازى ) وهو غير ذى اهمية كبيرة لنا ، وذلك بسبب ندرة النبات في الصحراء . ويعد عملية التخزين الاحتجازى في المناطق الرطبة قد تمثل نحو مليمترين من الامطار التى تقدر بانثنى عشر مليمترا ، فقه وجدنا انها لاتصل في المناطق الصحراوية الى اكثر من ٢٠ من المليمتر للامطار المشيلة ، ومن ثم فلاحية لها .

وبعد ترطيب النباتات واكمال عملية التخزين الاحتجازى ، يهبط فائض الامطار في الوصول الى الارض ، ثم تبدأ مرحلة ثانية ، هي مرحلة امتصاص المياه بواسطة التربة . وتسوى مرحلة التسرب . واذ استمر سقوط المطر بمعدل يقل عن معدل امتصاص التربة للمياه ، فان كل المياه التى تصل الى الارض سوف تتسرب من خلال سطح التربة ، ولكن اذا كان معدل سقوط المطر اكبر من معدل امتصاص التربة للمياه ، فسوف تحدث عمليات جديدة ثانوية : اولاً : ان فائض المياه الذى لم تمتصه التربة سوف يتراكم فوق السطح ، ومثلاً المنخفضات السطحية ، وان كمية المياه اللازمة لملء تلك المنخفضات تسوى ( تخزين المنخفضات ) . وعند ما تتوقف الامطار سوف تتسرب هذه الكميات في النهاية الى داخل

التربة . ولقد همت قياساتنا في الصحراء ان تخزين المنخفضات يمثل بشكل عام حوالى مليمتر واحد من الامطار ، ولكن اذا استمر سقوط الامطار بعد اكتمال تخزين المنخفضات ، ومعدل اكبر من طاقة التسرب في التربة ، فان فائض المياه يتراكم فوق سطح الارض باعتباره محجوزاً او احتجازاً سطحياً للمياه ، ثم ينساب او يتدفق بعد ذلك في شكل طبقة رقيقة الى ان يتركز في منخفضات التصريف الصغيرة فوق السطح . اما المياه التى تصل الى هذه المنخفضات الخاصة بالتصريف فتسمى التصريف المطرى السطحى . ويتضح من ذلك ان التصريف المطرى السطحى يتأثر اساساً بالتفاعل بين معدل سقوط الامطار ومعدل التسرب ، وسوف نتناول هذين العاملين فيما يلى :

عدد ما تهبط تربة جافة بواسطة المطر فان قوة الجذب تتجه اولاً لجذب المياه الى اسفل من خلال آلاف فتحات السام الصغيرة ، وتعمل القوى الجزئية حول جزيئات التربة على جذب وحجز شريحة مائية ذات سطح محدد . وبعد تكوين هذه الشريحة المائية تصبح القوى الجزئية الدقيقة غير ذات مفعول ، ويصبح تأثير قوى الجاذبية هو الفعال في الحركة التالية للمياه في التربة . ومن ثم فمن الواضح ان قوة الجذب الجزئى تزيد من معدل التسرب خلال مراحل الترطيب المبكرة للتربة . كما ان تأثيرها يتوقف على طبيعة التربة اذ ان كمية المياه المختزنة في جزيئات التربة تتناسب تناسباً مباشراً مع مساحة السطح الكلية والتى تتناسب بدورها تناسباً عكسياً مع قطر حبيبات التربة ، فالترسيبة الطفلية تتألف من حوالى ٣٠ ٪ من الرمل الناعم ( قطر الجزء ا.ر. - ٥٠ مليمتر ) ، و ٤٠ ٪ من الطفل ( ٥٠ - ٥٠٠ مليمتر ) و ٣٠ ٪ من الطين ( اقل من ٥٠ مليمتر ) . كما ان جزيئات الحبيبات في متر مكعب واحد من التربة الطفلية تكون مساحتها السطحية الكلية حوالى خمسة وثلاثون هكتاراً . ومعنى هذا الرقم فكرة عن التأثير الهائل لنسيج التربة وتكوينها على المراحل الاولى من عملية التسرب ، كما يفسر السبب في ارتفاع معدل التسرب الابتدائى في التربة الجافة .

ان معدل التسرب في التربة الجافة يتناقص بسرعة خلال نصف الساعة الاولى من الترطيب ، بما يتوقف على معدل تكوين شرايح المياه حول حبيبات التربة . اما المياه الاضافية التى تتسرب خلال سطح التربة بعد تكوين شرايح التربة فهى تملأ فتحات السام بين جزيئات التربة ، ويقترب معدل التسرب تدريجياً من القيمة الثابتة . اما في التربة الطفلية فهناك خاصية اضافية محددة تعجل من الاقتراب نحو هذه القيمة الثابتة ، اذ انه مع امتلاء فتحات السام بالمياه ترتفع الاجسام شبه الغروية وجزيئات التربة



المشاهدة في الدقة فوق سطح طبقة الطفل ، ويزداد حجمها ، وتتسبع الطبقة المطرية ،  
وتسه الجزئيات الدقيقة طبقة السطح ، لتكوين قشرة غير زفافة تقريباً . ( انظر الفصل  
المابع ) . ويحان الطبقات الأدنى قد تكون جافة فان هذا السطح غير النفاذ يقلل من  
عملية التسرب الى حد كبير . كما ان السطح المسدود يمنع الهواء في فتحات الطبقات  
الدنيا من الافلات من خلال السطح ، وبسبب ضغط الهواء المحجوز ، مما يؤدي كذلك  
الى تأخير عملية التسرب .

ولقد ابتكر الباحثان ( هورنر ولويد ) طريقة لتحديد منحنى معدل التسرب  
لا حوض التصريف الصغيرة ، وقد استخدمنا تلك الطريقة مع تعديلات طفيفة لابتكار  
منحنيات معدل التسرب لمجمعات مياه الامطار في منطقة ( عبادات ) . وأصبح معدل التسرب  
الابتدائي حوالي عشرة الى عشرين ملليمتر في الساعة ، والمعدل النهائي ٢ ملليمتر في الساعة  
اما المنحنى العام فهو ذو طابع داللي فحسب .

اما العامل الهام الثاني الذي يؤثر في كمية التصريف المطري فهو طبيعة الامطار  
المساقطة ، وبعبارة اخرى ان الكمية المتوافرة من الامطار في اى منطقة لها امكانيات  
متنوعة لاحد لها . على ان هناك ثلاثة طرق للقياس يمكن استخدامها لتحديد العواصف  
المختلفة : ( أ ) عمق الامطار ( اى كميتها ) ، ( ب ) وقت الامطار ( اى مدى استمرارها )  
( ج ) تكرار الحدوث ( اى متوسط المسافة الزمنية والفاصل الزمني بين السقوط المتكرر  
للأطار ) . ان العلاقات بين عمق المطر ووقته تسمى كثافة المطر ، كما ان الامطار من اى  
كثافة تحدث بدرجات متفاوتة في مختلف المواقع والاماكن ، كما ان كثافة امطار محددة  
يمكن توقعها بتكرار زمني او تتابع زمني معلوم ، ( اى فترة عودة سقوط المطر ) لها  
اهمية قصوى في تحديد تكرار حدوث السيول ، وتكرار حدوث التصريف المطري .

ان احدى طريقة في تحديد فترة عودة سقوط المطر من الكثافات المختلفة تتم عن  
طريق دراسة السجلات السابقة ، وبالربط بين سجلات سقوط المطر الحالية في منطقة  
النقبة استطعنا تحديد منحنيات الكثافة والدوام فوق هضاب النقبة .

لقد سجلت مصلحة الارصاد الجوية في اسرائيل حالات كثافة متناهية في الارتفاع  
في منطقة النقبة في ١١ اكتوبر ١٩٤٣ حدثت في منطقة سدوم عاصفة مطرية بالغسوة  
العنف لمدة نصف ساعة سجلت فيها امطار بلغت ٥٠ ملليمتر . وفي منطقة ( مشايح صادق )  
في ١٢ فبراير ١٩٥٨ ، سقطت ( ١٠ ) عشرة ملليمتر من الامطار خلال خمس عشر

دقيقة ، وفي ١١ يوليو ١٩٥٢ سجل رقم قياس آخر في منطقة ( مشايح صادق ) بلغ ٣١  
ملليمتر من الامطار خلال ٤٥ دقيقة . وفي منطقة ( ) في صحراء سيناء في ٢٥ يوليو  
١٩٢٥ ، سجل رقم قياس آخر يقدر بنحو ١٥٣ ملليمتر من الامطار خلال ساعات  
قليلة . علماً ان تلك العواصف المطرية الكثيفة غير العادية كانت في الواقع عواصف مطرية  
او انفجارات سحب محلية لم تغط منطقة واسعة .

ولقد سجلنا درجات كثافة جميع حالات سقوط الامطار في ( عبادات ) وشتات  
منذ عام ١٩٥٨ . ويوضح أعلى كثافات سقوط الامطار في عبادات ، وأعلى كثافات سجلت  
في اسرائيل كلها بواسطة مصلحة الارصاد الجوية .

ومن الطريف ان نلاحظ ان منحنيات الكثافة العامة في النقبة متساوية ، بل أقل  
من منحنى الكثافة العام في اسرائيل .

وتدل السجلات ان سقوط الامطار في النقبة ، باستثناء حالات قليلة للغاية  
يتسم بكثافة منخفضة نسبياً ، كما ان متوسط سقوط الامطار السنوي يتسم بنمط كثافة منخفض ،  
ومعنى ذلك ان الامطار التي تسقط لمدة نصف ساعة تكون كثافتها ما بين ستة الى ثمانية  
ملليمترات في الساعة ، وانها تنتج ما بين ثلاثة الى أربعة ملليمترات من الامطار ، وبالمثل  
فان عاصفة مطرية متوسطة لمدة ساعة تنتج ٥ ملليمترات ، وعاصفة مطرية لمدة عشر ساعات  
تنتج ١٥ ملليمتر ، والامطار التي تستمر طوال اليوم لا تنتج أكثر من ٢٠ - ٢٥ ملليمتر ،  
وبسبب هذه الخاصية التي تتسم بها الامطار فمن الواضح ان العواصف المطرية العرضية  
ذات الكثافة العالية قد تسبب سيولا مفاجئة هائلة ، اذا استمرت مدة طويلة . ومن  
الواضح كذلك في نفس الوقت ان السيل السنوية المحدودة لا بد ان تحدث بسبب التفاعل  
بين مناسيب معدلات التسرب في التربة وبين كثافة الامطار .

ان التفاعل بين هذين العاملين المتغيرين تغيراً دائماً يؤدي نظرياً الى عدد فيسر  
محدود من الحلول والنتائج لاي عاصفة مطرية ، بيد اننا وجدنا ان معظم العواصف  
الهامة التي تحدث نتيجة نهائية لهذا المتوسط المركب لا تظهر الا خلال فترة عام ،  
وتتأثر هذه المتوسطات بعدد من عوامل تجميع المياه الثانوية ، مثل الحجم ، والشكل  
والاتجاه والتضاريس ، والجيولوجيا ( تكوين طبقات الارض ) وظروف السطح - مما يكون  
جزءاً من ذلك المركب الخاص ، ولقد اجرينا تجربتين لدراسة هذه العوامل : ففي التجربة



الاولى اثنا عشرين محطة للتصريف المطري لتحديد تأثير الانحدار وغطاء التربة على كمية تصريف المياه المطرية سنويا . وفي التجربة الثانية : فرضنا ثمانية مجاميع مياه امطار طبيعية لتحديد اثر حجم مجمع المياه وشكله على كمية تصريف مياه الامطار .

ولقد اثنا عشرين محطة للتصريف المطري على منحدر قريب من مزارع عبدالله ، وكانت كل محطة او قطعة ارض تقدر مساحتها بنحو عشرين مترا طولاً ( مع انحدار السطح ) واربعة امتار عرضاً ، وكانت حدود كل قطعة تتألف من ضافترابية منخفضة ومتساوية ، ارتفاعها من ١٠ الى ١٥ سنتيمترا ، وعرضها ٢٠ سنتيمترا ، وعند الطرف الايمن لكل قطعة من تلك القطع اقيمت قناة تصريف ، لتجميع تصريف مياه الامطار من قطعة الارض ، وتوصيلها من خلال ماسورة الى بوايل مغطاة . وقد وضعت عدة مقاييس للامطار عشوائيا في اكثر من موقع داخل منطقة التجارب ، ويختل تنظيم التجربة خمسة مما ملائمة للسطح ، واربعة منحدرات في تصميم كل عشوائي مع اربعة نماذج اخرى مكررة . وكان المنحدر داخل كل قطعة متشابها وموحدا ، وكان اطار المنحدر بين القطع ما بين ١٠ - ٢٠ سنتيمترا . وقد اجريت المقارنات التالية بين المعالجات الخمسة للسطح .

١ - التحكم : ترك الرصيف الصحراوي الطبيعي دون ايتدخل ، وثرث فوق السطح الطبيعي مجموعة من الاحجار ( الرصيف الصحراوي العالي من المنحدرات الكونية من صخور الهاماه - انظر الفصل الخامس ) بعضها مغلغل ، وبعضها مدفون في التربة الطفلية الضحلة .

ب - الارض الجرداء : ازيلت احجار السطح تماما ، واجريت عملية تسوية للسطح الخالي تماما من الاجار بواسطة زحافة يدوية خفيفة لان ازالة الاحجار التي كان بعضها مدفونا في التربة قد خلفت السطح في حالة خشونة بالغة .

ج - التلال والروابي : جمعت احجار السطح في اكوام مخروطية يبعد بعضها عن بعض مسافة خمسة امتار على طول خط مستد حتى تمتد قطعة الارض ، وكانت الاكوام تصل الى ٨٠ سنتيمترا في قطرها عند القاعدة و ٢٠ سنتيمترا في الارتفاع ، وقد سويت السطح الجرداء بين التلال على النحو السابق .

د - الترحيف : نظمت قطع الارض على نحو ماتم في المعالجة السابقة ، ثم تم رش وترطيب السطح القاعدي بالتساوي قبل اجرا لعملية الترحيف .

د - ترحيف التلال : بنيت التلال على نحو ماتم في المعالجة الثالثة ، وتم ترطيب السطح وتسوية السطح بواسطة زحافة ، كما حدث في القطع الجرداء المرحفة .

وبعد كل عاصفة مطرية كان التصريف المطري يجمع من كل قطعة ، ويقاس لتحديد الحجم في بوايل التخزين ، كما قيس المطر المنهمر بواسطة مقاييس الامطار ، وقد اجري تحليل لمياه تصريف الامطار من البوايل المحصلة على منحدرات الرواسب والاملاح الذائبة .

وبعد الهداية الاولى لاجراء التجارب انارت النتائج دهشتنا : ففي العام الاول من الملاحظة ( ٦٢ - ١٩٦٣ ) لم يسقط سوى ٢٥٨ ملميمترا ، ولم يحدث الا تصريف مطري محدود ، وبالرغم من ذلك فقد لاحظنا على الفور ان انحدار قطعة الارض كان عاملا هاما . اما في العام التالي فقد سقطت كميات مطر كبيرة ( بلغ سقوط المطر ١٥٢٢ مم لـ ١٥٩٨ ملميمترا ) وكانت الاختلافات بين المعالجات غير واضحة وضوحا تاما . وبالرغم من ذلك اتضح الاتجاهات الرئيسية بعد سنتين اخريين من التسجيل ، فقط بسنتين ١٩٦٢ - ١٩٦٣ ، ١٩٦٦ - ١٩٦٧ جمعا اكثر من مائة تسجيل يري للتصريف المطري يمكن استخلاص النتائج التالية من الجدول :

( ١ ) ان المنحدر المائل عامل بالغ الاهمية يؤثر في كمية تصريف مياه الامطار . وقد لال النتائج مع استثناءات طفيفة على انه كلما ازده الانحدار والميل قل التصريف المطري . وهذه نتيجة محيرة للغاية ، وهي عكس كل الملاحظات التي تمت حتى الان في قطع الارض الاخرى الخاصة بالتصريف المطري في العالم كله . وتفسر هذه النتيجة المحيرة بحتاج لفهم الظروف الطبيعية والجغرافية في النقب فقها من الانحدار ليس فقط دلالة على الطبيعة الجغرافية للمنطقة ، بل مؤشرا بلخص كل الظروف الطبيعية والجغرافية : عمق التربة ، والغطاء الحجري ، والتواءات الصخرية ، والغطاء النباتي الصغير في المنطقة ، اذ انه فوق المنحدرات الشديدة الميل نجد ان غطاء التربة شديد الضحالة ، لا يتجاوز عمقه احيانا بضعة سنتيمترات ولا يغطي السطح بالاحجار بل يحطم بواسطة التواءات الصخرية للصخور الفتية . ومن ناحية اخرى فانه فوق المنحدرات الخفيفة الميل يصل غطاء التربة الى ٢٠ - ٤٠ سنتيمترا في العمق ، ولا يتخلل السطح سوى قلة من التواءات الصخرية ، ولذا ليسك يوجد فوق المنحدرات شديدة الميل عاملان يؤثران في تخفيض كمية تصريف مياه الامطار .



أولاً : الغطاء الرقيق للتربة لا يبرز بروزاً كاملاً كما يحدث فوق التربة الممبقة وساعد هذا به من الجانب المياه الصخرية والمصدوع الصخرية عند التقاء التربة بأسطح الحجارة ، وكذلك أسفل الحجارة يساعد على تسرب المياه من خلال سطح التربة .

ثانياً : ان التواء الصخرية تشكل حواجز محلية ، ومن ثم فهي تزيد من تخزين المخفضات ، وفي حالات المطر الخفيف بشكل خاص ، فان هذا العامل يؤدي إلى التسريع نقصان كمية التصريف المطري .

(٢) ان ازالة الاحجار تزيد من التصريف المطري . ان ازالة الاحجار من قطعة من الأرض أو جمعها في تلال تزيد من التصريف المطري . ولقد وفرت كل المعالجات كميات زائدة من التصريف المطري خلال السنوات مع انماط مطرية متوسطة ، مما يدل على ان الزيادة بازالة الاحجار في سنوات ١٩٦٥ - ١٩٦٦ ، ١٩٦٦ - ١٩٦٧ تتراوح بين ٢ الى ٦٠ % مع متوسط يبلغ حوالي ٣١ % . وقد كان لازالة الاحجار أثر قوى على المنحدر المائل بنسبة ٢٠ % كما تبين لنا ان ازالة الاحجار لها تأثير متاز في حالات المطر الخفيف ، ففي حالات رخاء المطر الغزيرة تنتج قطع الأرض المعالجة وغير المعالجة نفس كميات التصريف المطري . كما ان ازالة الاحجار زادت التصريف المطري بنسبة ٢٠ - ٤٠ % وبعد يومين اى في ٢٤ مارس ١٩٦٥ حدثت رخة مطرية ثانية خفيفة ( ٢٠ ملميمترا ) وكانت تربة السطح لا تزال رطبة ولم تكن الفروق بين المعالجات كبيرة كما كانت الحال في السابقة والرقم من ذلك فان ازالة الاحجار زادت من التصريف المطري بنسبة ١٥ - ٥٠ % .

ويبدو ان عملية التصريف المطري من هذه القطع شديدة التعقيد . وان هنالك مرحلتين أساسيتين : المرحلة الاولى تضم الفترة التي تسقط فيها بضعة ملميمترات من المطر فقط . وفي هذه المرحلة تظل هناك شقوق ومصدوع وفتحات بين الاحجار الواقعة فوق السطح وتربة السطح مع ان القشرة تكون قد تكونت فوق أجزاء قطع الأرض ذات الغطاء السطحي للتربة ، وهذه الفتحات الصغيرة تساعد المياه على التسرب من خلال السطح ، ومن ثم فان قطع الأرض ذات الغطاء الحجري لا تعطى الا كميات أقل من التصريف المطري . وبعد سقوط حوالي ١٥ - ٢٠ ملميمترا من الامطار فان جميع قطع الأرض ( التسي ازيل منها الاحجار او التي بقى غطاؤها الحجري ) تعطى نفس الكمية من التصريف المطري ،

ولكن اذا استمرت الامطار فان قطع الأرض الخاصة بالقياس والتحكم بغطائها الحجري قد تعطى مزيداً من التصريف المطري أكثر مما تعطيه قطع الأرض الأخرى . وعند هذه المرحلة تكون القشرة قد تكونت فوق كل قطع الأرض ، وتصبح أسطح التربة جميعها غير نفاذة ، وتصبح الاحجار متداخلة مع سطح التربة وتسد كل الشقوق الصغيرة مما كاملاً . بيد ان الاحجار كلها غير نفاذة ، ولكن التربة وان كانت ذات طاقة اقتصادية منخفضة ، فهي لا تزال تسمح للمياه بالتسرب . ولذلك وفوق قطع الأرض ذات الغطاء الحجري ، نجد في المرحلة الحالية مساحة أقل من الأرض تسمح للمياه بالتسرب من خلال السطح ، واذا استمرت الامطار فان المساحات ذات الغطاء الحجري تنتج كميات أكبر من التصريف المطري .

ان معظم التصريف المطري السنوي في النقب يجرى في شكل رخاء خفيفة ، وليس تزد الامطار - الا في حالات استثنائية محدودة على ٢٠ ملميمترا في اليوم الواحد . وفي ظل هذا النوع من نظام التصريف المطري ، تعطى القطع المغلفة من الاحجار مزيداً من التصريف المطري وقوى قطع الأرض المغطاة طبيعياً .

واذا كل هذه الملاحظات سوف نتناول التجربة الهيدرولوجية الثانية التي قمنا بها على أساس جمعات مياه الامطار في مزرعة عبادات التي قمنا باعادة ارضائها . وتتلقى هذه المزرعة مياه تصريف مطري من سبعة جمعات مائية تبلغ في مجملها حوالي ٣٠ هكتاراً ، ومن مجموع كبير لمياه الامطار تبلغ مساحته ٣٤٥ هكتاراً . ولقد استخدمنا جمعات مياه الامطار هذه للدراسات الهيدرولوجية ، التي أخذنا نجريها منذ عام ١٩٥٨ . وتتألف جمعات مياه الامطار من سفوح صخرية وحجرية ، وان كان يقع فيها ١٢ هكتاراً في قيعان الأودية التي كانت تزرع في الأزمنة الغابرة . ولقد أقيم سد لقياس المياه مزود بمعدلات تسجيل آلية في النقطة التي يلتقي فيها الوادي الرئيس بمزرعة عبادات التي أعيد بناؤها .

اما جمعات مياه الامطار الصغيرة فهي مقسمة صناعياً الى سبعة جمعات مائية بواسطة قنوات قديمة قديمة لجمع التصريف المطري . وقد أعيد بناء هذه القنوات ، وأقيم سدود قياس مزودة بمعدلات تسجيل إلى عدد الاطراف الدنيا لكل القنوات عند دخولها المزرعة . وقد أقيم مقياسان آليان للامطار عند مجمع المياه ، كما وضع سبعة عشر مقياساً للامطار في المنطقة كلها . وهذه الطريقة تم الحصول على معلومات كاملة عن سقوط الامطار والتصريف المطري من كل جمعات الامطار . وتتراوح حجم الجمعات المائية من هكتار واحد الى سبعة هكتارات ، كما ان الظروف الجغرافية الطبيعية ماثلة في منطقة عبادات



وتراوح انحدار الارض فيها من ١ % الى ٢٠ % ، ويغنى أكثر من ٦٠ % من المساحة بالتربة الضحلة والسطوح الحجرية الحصوية ، وتتفاوت كثافة التصريف من ١٥ الى ٤٥ مترا من قواع التصريف للوحدة ( ا.ر. هكتار ) وتتفاوت طول مجتمعات مياه الامطار من ٢٠٠ الى ٨٤٠ مترا ، وعرضها المتوسط من ١٥ الى ١٥٠ مترا .

ومن الطريف ان نقارن أولا التصريف السنوي المطري من مجمع المياه الكبير مع متوسط التصريف المطري السنوي لمجمعات المياه المطرية الصغيرة ، ولقد انتج مجمع الامطار الكبير حوالي ٥٢٠٠٠ مترا مكعبا خلال ٢٢ فيضاناً في فترة السنوات السبع ما بين ١١٦٠ - ١١٦١ ، ١١٦٢ ، ٦٦ ، ١١٦٢ اي متوسط قدره ٢٥٠٠ متر مكعب سنوياً او حوالي ٢٤ مترا مكعباً في الهكتار ، ولقد انتج ٢٠ % من هذه المياه في العام الشديد والغزير الامطار ١١٦٣ - ١١٦٤ ، وفي العام الشديد الجفاف ١١٦٢ - ١١٦٣ مترا مكعباً واحداً للهكتار . ومن ناحية أخرى فان مجتمعات مياه الامطار الصغرى التي تبلغ مساحتها الكلية ٣٠ هكتاراً ، انتجت حوالي ١٢٠٠٠ متر مكعب في ٤٦ سيلا خلال نفس الفترة او بمتوسط ٢٩ مترا مكعباً للهكتار في العام الواحد . وقد مثلت السنة غزيرة الامطار ١١٦٣ - ١١٦٤ ٤٠ % فقط من التدفق الكلي ، وحتى في السنة شديدة الجفاف ١١٦٢ - ١١٦٣ كان متوسط انتاج المياه ١١ مترا مكعباً للهكتار من مجتمعات مياه الامطار الصغيرة . ويتضح من هذه الارقام ان حجم مجمع مياه الامطار له تأثير ضخم على ناتج المياه ، وكلما زاد حجم مجمع المياه قل ناتج المياه . ويمكن مقارنة هذه الارقام كذلك بقطع الارض الصغيرة ( ٨٠ مترا مربعا ) التي سبقنا تناولها بالبحث حيث يكون تأثير الحجم اكبر وأعظم . ولقد انتج قطع التحكم والقياس ذاء الغطاء الحجري الحصوي والطبيعي وذات الانحدار المائلة التي تتراوح ما بين ١٠ % الى ٢٠ % ) خلال فترة ثلاثة اعوام ٢٠٠ متر مكعباً للهكتار في العام الواحد . وفي العام المطير ١١٦٣ - ١١٦٤ ٥٠ % من هذه الكمية ، بسل وفي عام الجفاف ١١٦٢ - ١١٦٣ انتجت ١٥ مترا مكعباً في الهكتار الواحد . اما القطع المزخرفة المرطبة ( البهلة بمياه الامطار ) ذات التلال والمنحدرات بالميل التي تبلغ انحدارها ١٠ % ، فقد انتجت حوالي ٤٣ مترا مكعباً في الهكتار خلال عام الجفاف المشابه ان لم يحق سوى ٢٢ ملليمتر من الامطار .

ولم تنتج مجتمعات المياه المطرية التي درسناها ودها سبعة - نفس الكميات من المياه ، وهناك اختلافات كبيرة بين المجمعات المائية المنفصلة . وهذه الاختلافات في انتاج المياه يمكن تفسيرها بالحجم متفاوت ، والانحدار المختلف لمجمع مياه الامطار

فمجمعات مياه الامطار ارقام ١ ٢٥ على سبيل المثال تتكون بشكل عام من هضبة مسطحة يقليل جدا من الاحجار ، ومن ثم كانت أكفا قطع في انتاج المياه وكان متوسط انتاجها ١٠٠ متر مكعباً للهكتار في العام خلال فترة السنوات السبع . ومن ناحية أخرى فان مجتمعات مياه الامطار ارقام ٣ ٤ ٦ ٧ كانت أقل في انتاج المياه . وتتكون هذه المجمعات المائية من منحدرات متفاوتة من ٥ % الى ٤٠ % ، ومعظم مساحتها ذات منحدرات تزيد على ٢٠ % ، وهي مغطاة بالحجارة ، ولذلك فهي لم تنتج أكثر من ٦٨ مترا مكعباً للهكتار في العام الواحد . اما مجتمعات المياه الطبيعية في المنطقة فهي تدرج ما بين هذين النطين الجغرافيين الطبيعيين ، ومن ثم كان انتاجها السنوي من المياه يقع بين هاتين القمتين المحدودتين . ويمكن رؤية تأثير الحجم كذلك في مجتمعات الامطار رقم (٥) وهو مجمع صغير لا يزيد على هكتار واحد ، و انتج في المتوسط ١٥ مترا مكعباً للهكتار في العام الواحد .

وفي مزرعتنا الثانية بمنطقة شفتاء قمنا كذلك بملاحظات هيدرولوجية على أربعة مجتمعات لمياه الامطار تلاصق المزرعة . وتتفاوت هذه المجمعات المائية في الحجم من حوالي متر واحد الى ١٢ مترا ، وخلال الفترة من ١١٦٠ - ١١٦١ الى ١١٦٦ - ١١٦٧ سجلنا ٤٤ سيلا جمعت كمية متوسطة تبلغ نحو ١٠٠ متر مكعباً للهكتار الواحد في العام .

ومن النتائج الهيدرولوجية النمطية لمنطقة شفتاء نتائج مجمع مياه الامطار رقم (٤) ومرفق هذا المجمع مياه في بئر ١١٦٠ - ١١٦١ حتى ١١٦٦ - ١١٦٧ ، وكان متوسط محصول المياه في فترة السنوات السبع ( ١١٦٠ - ١١٦٧ ) ١٢٠ مترا مكعباً للهكتار في العام اي أعلى من المتوسط في منطقة عبدا . ويرى هذا على الأرجح الى صغر حجم مجمع المياه ، ووجود اكوام حجارة قديمة فوقه .

ولتقدير المتوسط السنوي لمجموع المياه من اي منطقة ، جملنا كل هذه الملاحظات من مجتمعات المياه وقطع اراض التصريف المطري في شكل بياني واحد . يوضح تأثير التصريف المطري السنوي ، وحجم مجمع المياه ، والانحدار والغطاء الحجري - على ناتج المياه السنوي . وحيث يسهل استخدامه ، فاذا كان المطر السنوي المتوقع على سبيل المثال هو ١٠٥ ملليمتر ، فانه ينتظر ان ينتج مجمع مياه مطرية صغير يصل حجمه الى ٠.٥ هكتار وله غطاء حجري طبيعي وانحدار بنسبة ١٠ % ما يقدر تقريبا بنحو ستة عشر مترا مكعباً



كل عام من مياه التصريف المطري ، وتؤدى إزالة الأحجار من هذه المنطقة لزيادة ناتج المياه إلى حوالي ٢١ مترا مكعبا سنويا أى نسبة زيادة تبلغ ٣٠ % . ومن ناحية ثانية ، إذا كانت نسبة انحدار المنطقة ٢٠ % ، فإن ناتج المياه السنوى للغطاء الطبيعى لسن يتجاوز ٦ أمتار مكعبة ، وسوف تزيد إزالة الأحجار هذه الكمية إلى ١٢ مترا مكعبا أى أن الزيادة بنسبة ١٠٠ % .

وهل الرسم البيانى كذلك على تأثير حجم مجمع المياه على ناتج المياه ، فعلى حجم منتج مجمع المياه الشاهى الصغير ( مجمع صغير للغاية ) انحداره ١٠ % ، وله غطاء طبيعى يتلقى ١٠٥ ملليمترا من التصريف المطري سنويا - ينتج ١٦٠ مترا مكعبا للهكتار ، فإن مجمع المياه الكبير الذى يتصف بانحدار مائل وحجمه ٢٠ هكتارا لا ينتج أكثر من ١٠٠ متر مكعب للهكتار ، ومنتج مجمع مياه الأمطار الذى تبلغ مساحته ٣٠٠ هكتارا مالا يزيد على ٥٠ مترا مكعبا للهكتار .

ويوضح هذا الرسم البيانى كذلك مدى أهمية تأثير إزالة الحجريه خلال السنوات العشرية وسنوات الجفاف . إذ أن هذه العملية تزيد ناتج المياه فى سنوات الجفاف بنسبة ٤٠ مترا مكعبا تقريبا للهكتار ، أما فى سنوات الأمطار الغزيرة التى تزيد فيها الأمطار على ١٢٠ ملليمترا فإن الناتج الزائدا قد لا يتجاوز ١٠ - ٢٠ مترا مكعبا للهكتار .

ويوضح الرسم البيانى كذلك أنه خلال سنوات الجفاف التى تقل نسبة الأمطار فيها من ٥٠ ملليمترا ، فإن جمعات المياه التى تزيد فى مساحتها على ٥٠ هكتارا لن تنتج كمية مياه ذاء بال ، أما جمعات المياه الطرية الصغيرة فسوف تنتج ما بين ٢٠ - ٤٠ مترا مكعبا للهكتار ، أما جمعات المياه الشاهية الصغير فى الحجم فسوف تغل حوالى ٨٠ - ١٠٠ متر مكعب من المياه للهكتار الواحد .

## الفصل العاشر

### مياه الشرب فى الصحراء

أعدنا القول فى هذا الكتاب كله حول ضرورة توافر المياه باعتبارها من الحياة نفس الصحراء . ولقد تناولنا حتى الآن موضوع استخدام المياه للاغراض الزراعية ، وسوف نعرض الآن لموضوع لا يقل أهمية ، وهو توافر المياه للاستخدام المنزلى . وسوف نحاول أولا تكوين فكرة عن احتياجات سكان الصحراء إلى المياه ، ومن ذلك احتياجات العائلة والمعيشة . وحتى نطلق حكما عاما سوف نفترض أن العائلة الصحراوية النموذجية تتألف من ستة أفراد ، وجملتهم وشرة رؤس من الأبقار أو الماعز ، وحمار واحد وكلهم وقت الفسخيم اليه ومن ثلاث إلى خمس من مثل هذه العائلات المفترضة على أرجح التقديرات .

وتفاوت احتياجات العناصر المختلفة للعائلة الافتراضية من المياه من عائلة لأخرى ، كما أنها تختلف فى الصيف عنها فى الشتاء . وهناك ثلاثة عوامل أساسية تحكم احتياجات الإنسان أو الحيوان من المياه فى الصحراء هى : درجة حرارة الهواء ، ثم الخصائص الطبيعية ( فن الجسم ومساحة السطح ) ثم النشاط فدرجة حرارة الجو والخصائص الطبيعية أى خارجة عن إرادة الإنسان ( أو الحيوان ) أما النشاط فإن متراوح من النهي فى الظل إلى تسلق الجبال وقت الظهيرة ، فالإنسان والحيوان يختلفان إلى المياه أساسا ليمرض الرطوبة التى فقدها بسبب التعرق والتدفن ، وبما كان الإنسان أرق الخلوصة وأقلها ملائمة فى هذا المصنوع الافتراضى للحياة فى الصحراء . وحتى يحافظ الإنسان على صحته لابد أن يضمن بقاء درجة حرارة جسمه حول ٣٧ درجة مئوية ، ومن ثم فهو يعرق عنه مسا ترتفع درجة حرارته ، والتعرق يبرده جسمه إلى مستوى درجة الحرارة الطبيعية . ومن ناحية أخرى فإن الجمل ( والحمار بنسبة أقل ) لا يحافظ على درجة حرارة دائمة لجسمه ، ولكنه يفرس ما لم يوارتفعت الحرارة بضع درجات ( انظر الفصل الثامن عشر ) .

والنشاط المبدول يؤثر كذلك على احتياجات الإنسان والحيوان إلى المياه . فالإنسان الذى يؤدى عملا بدنيا شاقا ، خلال يوم من أيام الصيف فى الصحراء قد يستخدم ما يصل إلى ١٢ لترا من المياه ، لكن متوسط الاستخدام العادى سوف يتراوح بين أقل من لترين فى اليوم فى الشتاء إلى ما يزيد على سبعة لترا فى الصيف وحوالى متر مكعب يوصف للفترة فى العام . والجمل وإن كان وزنه يبلغ أضعاف وزن الإنسان من خصص إلى سبع مرات ، فإنه يحتاج إلى أربعة أو خمسة لترا من الماء يوميا فى الصيفون لتر إلى لترين فقط فى الشتاء .



او حوالي متر مكعب في العام . وسبب هذا ضخامة حجمه والذي الحراري يحتاج . اما الحمار بالرغم من صغر حجمه فانه يحتاج الى ضعف ما يحتاج اليه الجمل من الماء . وهذا التشابه موه الى انخفاض المدى الحراري يحتاج لدرجة حرارة الجسم . فضلا عن الكفاءة العالية للجمل الهوى للجمل الذي يعمل بمثابة عازل حراري افضل مما يعمل جلده الحمار . اما الاغنام والماعز فهي حيوانات تقاوم الظروف القاحلة الجافة . ولعل ذلك بسبب عظم العزل الحراري للفرو الصوفية . وتحتاج الى لترين او ثلاثة لتتراكم من الماء يوميا في الصيف . واقل من نصف هذه الكمية في الشتاء . او ما يقارب نصف متر مكعب من الماء في العام . اما احتياجاء كلب الصحراء فهي نفسها احتياجاء الاغنام . واما ما حسبنا الاحتياجاء النظرية للعائلة الصحراوية سنويا وجدنا الاتي :

امطار مكعبة		
٦	اشخاص كل شخص	١ متر مكعب من الماء في العام
١	جملان كل جمل	٢ متر مكعب من الماء في العام
١	حمار كل حمار	١ متر مكعب
١٠	اغنام او ماعز كل رأس	٥ متر مكعب
كلان	كل كلب	١ متر مكعب من الماء في العام
الاجمالي		١٨ مترا مكعبا في العام

وبعبارة أخرى تحتاج هذه العائلة الافتراضية وما شئت بها الى نحو عشرين مترا مكعبا من الماء في العام حتى يمكنها ان تعيش في الصحراء .

ولتوفير مثل هذه الكميات المحدودة من المياه لابد ان يبدل جميع سكان الصحراء القدامى منهم والمعاصرين . كل قدراتهم الابتكارية لاستغلال الظواهر الجغرافية الطبيعية في الصحراء .

وتعتبر بعض مشروعات تخزين وجمع المياه للمستوطنين القدامى نماذج بنجاح لاستخدام المعارف الهندسية . ولكن احترامها في الوقت الحاضر بالنظر الى مستواها الفني الرفيع . ان موارد المياه المتاحة لسكان الصحراء كانت تتدرج في مجموعتين : المياه الجوفية . والمياه السطحية . ولكل نوع من هذين النوعين شكله الهائلي او الالسي وشكله المنظور .

وسوف نتناول أولا تطويع موارد المياه الجوفية ونظرا لان الامطار شحيحة وقليلة

السقوط في الصحراء فان السؤال الاول الذي يبرز هو كيفية تكوين المياه الجوفية في الصحراء . ان المياه الجوفية في الصحراء ( كما هي في كل المناطق ) لها مصدران مصدر محلي . ومصدر بعيد . والمصدر المحلي هو مياه السيل التي تتسرب داخل احياء الصحراء في الاودية خلال السيل المحلية وفي أعقابها مباشرة . اما المصدر البعيد فان هذه العملية تحدث خارج نطاق حدود المنطقة الصحراوية .

ان احياء الصحراء نفاذة نسبيا . وتتسرب فيها مياه السيل الى اسفل . وتتراكم فيها المياه الخالية بين حجارة الحصى وحبيبات الرمل . ولما كانت احياء اودية الحصى في النقب تقع في العادة فوق تكوين حجري جيري اقل نفاذية فان المياه التي تتسرب الى اسفل تبقى تحت الارض . وتصبح بمثابة حوض ماء محتجز . له فاع من الحصى باعتبار طبقة صخرية مائبة . وللأودية عادة منحدر مائل نسبيا ( حوالي ١ - ٣ % ) وهذه المياه الجوفية المحجوزة تتدفق الى اسفل ببطء . واما حفرة واحدة حفرة في فاع الوادي ويوصل الى هذا الحوض المائي فانه يعثر على الماء . واما انفرج حفرة الماء سوف يكشف ان المياه قد عادت لتتلاها . وانها عادت الى الحفرة بعد قليل . ومعدل اعادة المل يتوقف على نوع المادة التي تتكون الطبقة الصخرية المائية . فاذا كانت الطبقة الصخرية المائية من الحصى والرمل النقية فان معدل اعادة المل سوف يكون سريعا جدا . وفي هذا النوع من قيعان الحصى تتحرك المياه الجوفية بسرعة عالية نسبيا قد تصل الى عشرة امتار في اليوم في الانحدار الذي يصل الى ١ % . وبالرغم من ذلك فان معظم احياء الاودية في النقب لا تتكون من الحصى النقية بل تتكون من خليط الحصى والطين والرمل والترسبات الطينية الطميية الغفتة من سفوح التلال . وفي ظل هذه الظروف تصبح سرعة التدفق اقل . اي ما بين ٣ ر . ٥ ر . متر في اليوم الواحد . ولذلك فان اعادة مل المياه الجوفية داخل حفرة كبيرة في الوادي الحصى والطيني بطيئة في معدلها . على ان المياه الجوفية في بعض الاماكن في قيعان الاودية تتسرب خلال الفتحات والمسام داخل القاع الصخري السفلي . وتظل تتسرب الى ان تقابل طبقات غير نفاذة على مستويات ادنى . وعندئذ تنساب المياه الجوفية فوق هذه الطبقة غير النفاذة . وقد تترسب لتصبح ينابيع ماء حبيسة تعمل الطبقة غير النفاذة هذه الى مستوى السطح .

والى جانب هذه المصادر المحلية هنالك مصادر اخرى بعيدة ناتجة عن الامطار ومن تسرب المياه في مناطق بعيدة عن الصحراء . ومن امثلة النموذجية لهذا النوع من المصادر البعيدة طبقات الحجر الرمل النوبي العميقة الواقعة تحت صحارى شمال



كانت تتلصق ببقايا الفتات الناتج عن التعرية بعد كل سيل ، ولا شك أنهم كانوا يعتمدون حفر الحفرة كل مرة ، لكن ذلك كانهم أرشدتهم في النهاية إلى محاولة حفر الحفرة أو الفتحة فوق ضفة أو حافة الوادي حيث تكون محمية من سيل الأمطار . وحين فعلوا ذلك وصلوا إلى مستوى الحصباء الحاملة للمياه بدلاً من إزاحة البثر الأولى . ولا يزال الهدوف في النقب حتى الوقت الحاضر يحفرون ويستخدمون هذا النوع من الآبار البدائية . عادة ما تكون البثر ضحلة يبلغ عمقها من ٣ - ٦ أمتار ، وقطر عنقها الضيق لا يتجاوز قطرها من ٥٠ - ٦٠ سنتيمتراً وهذا النوع من الآبار يسمى ( الثملاء ) وهي كلمة عربية تعني المكان السدي توجد فيه المياه . وذكر العالم بالمر هذه ( الثمائل ) حين يكتب ويقول : أن البلاد تكاد تخلو من المياه ، ولكن يمكن الحصول على المياه بحفر حفرة صغيرة تسمى الثمائل فسي الأرض بحيث يملأ الموكب من المياه . ويمكن ( للثملاء ) الوحيدة أن تنتج من ١ إلى ٦٧ متر مكعب من المياه في اليوم الواحد ، ولا سيما إذا اتسع قطر القاع إلى متر أو مترين . وإذا كانت الحصباء الحاملة للمياه تحتوي على كمية قليلة من الطفل . ثم تصبح بعد ذلك بئراً ضحلة تنتج مقداراً كبيراً نسبياً من المياه يبلغ ما بين ٢٠٠ - ٣٠٠ متر مكعب سنوياً . والبئر من هذا النوع تكفي لتوفير كل احتياجات المياه لنحو ( ١٠ - ١٥ ) عائلة افتراضية مع أسرهم .

أما البئر التي حفرها إبراهيم ( سفر التكوين ٢٦ : ٢٥ ، ٣٠ ) عند بئر سبع فقد كانت بئراً من هذا النوع . ويتلصق قاع الحصباء في وادي بئر سبع مع هذا النوع من الإزاحة ، ولا يزال الهدوف حتى الوقت الحاضر يستخدمون الثمائل القديمة بالقرب من وادي بئر سبع لعلى مواشهم وأبنائهم .

وهناك بعض السامات الأخرى المميزة لعدد من الآبار الضحلة قد وضعت بيانياً في سفر التكوين ٢٦ : ٢٦ ، ١٦ ، وقد جاء فيها أنه حين شاهد يعقوب راشبيل والأفنام ، واقترب يعقوب ، وودج الحج من فوق فتحة البئر وهناك آبار ضحلة كثيرة في النقب لا زال الهدوف يستخدمونها وقد أغلقت بالحجارة .

ومن مظاهر التطوير الأخرى لهذا النوع من استغلال المياه في أحواض الحصباء إزاحة سلسلة من الآبار . وفي هذه النظم ، يحفر عدد من الآبار في الطبقة الصخرية الطابية ، ويدفع الماء منها داخل أنفاق تحت الأرض في مخدراة صغيرة إلى أن تصل إلى مستوى السطح . ولقد كانت سلاسل الآبار شائعة في وادي عربة في القرن السادس ق م وقد وصفها بالتفصيل في الفصل الحادي عشر .

أما التطوير النهائي لموارد المياه الجوفية فكان حفر البئر العميقة وقد تطلب هذا التطوير ضرورة أن يفهم سكان الصحراء أن البناييع الطبيعية تنتج عن الماء المتدفقة من الطبقات الحاملة للمياه فوق الطبقة الصخرية غير النفاذة ، ولا بد لهم أن يدركوا كذلك أنهم لو وصلوا بحفروهم إلى الطبقة غير النفاذة في أي مكان لوجدوا الطبقة الحاملة للمياه فوقها . وقد احتاج هذا النوع من الربط أو الترابط الذكي في تفكيرهم ، وكذلك استلزم وجود الأدلة الضرورية للحفر العميق . وعلى سبيل المثال فعلى بعد ثلاثة كيلومترات من عبادات ، تصلنا حال زين إلى نقطة ينخفض فيها الوادي نحو مئذنة عيسى يصل إلى مائة متر ، وفي الشتاء عندما تتدفق أمطار السيل يصبح منظر هذا المنحدر الطائي رائعاً مبهياً ولكن في الصيف يصبح قاع الوادي جافاً تماماً ، وفي أسفل المنحدر الطائي نجد بئراً طبيعياً صغيراً ينتج حوالي عشرة أمتار مكعبة من المياه الصالحة كل ساعة . ولقد أدرك مهندسين عبقري منذ ألف عام مضى أنه إذا حفروا أسفل هذه الطبقة الحاملة للمياه على بعد ثلاثة كيلومترات من البئر ، فإنه سوف يمتلئ بعض الماء . إذ تنفق هذه الطبقة الحاملة للمياه طبقة أخرى سكبها سبعين متراً من أحجار الطباشير والأحجار الجيرية التي تمتد إلى العصر الأيوسيني ، ولا بد أن الأمر اقتضى كثيراً من الشجاعة من جانب هذا المهندس عند ما اقترح حفر حفرة قطرها ثلاثة أو أربعة أمتار على عمق ٢٠ متراً من الصخر الصلب . ويمكن أن نتصور كذلك ما دالة هشة والحيرة التي لابد أن السكان البدائيين كانوا قد شعروا بها حين وجدوا الماء في النهاية بعد هذا المجهود الجبشني الهائل . ولقد كانت البئر ناجحة إلى درجة أن حطمت رومانيا قسراً إزاحة بالقرب منها من أجل خد مثلاً القوافل التي ترحل من البئر أو إبلات الغزاة . وهكذا إزاحة أول فندقي صحراوي منذ ألف سنة مضت .

أما المصدر الثاني لمياه الشرب المنزلية فهو المياه السطحية وهناك في هذا النوع ثلاث بواحي أساسية في التطور ، من الاستخداع البدائي لفتحات الصخور الطبيعية ، إلى حفر الآبار المفتوحة ، وفي النهاية إزاحة آبار مغطاة بأسقف محفورة داخل الصخور .

وفي أماكن كثيرة نجد أن التلويح الصخرية المكشوفة في قيعان الوديان تتعرض لمعامل التعرية بفعل السيول لتكوين أحواض طبيعية تحتفظ ببعض مياه السيل بعد اختفاء أمطارها المتدفقة . وقد تكون هذه الأحواض للصخرية الطبيعية ذات أبعاد كبيرة نسبياً ( ٥٠ - ١٠٠ متر مربع في المساحة ) وتصل إلى متر واحد في العمق ، وتبقى المياه نسي



هذه الفجوات عدة شهيرة بعد موسم المطر وخاصة في الأماكن التي ينخفض فيها مستوى البحر من المطر . نظرا لأن الحوض حتى يفعل ظل صخور الوادي الضربة في الانحدار . وقد ورد ذكر الفجوات المائية الطبيعية في التوراة فعندما تحدث الرب إلى راميها من الجفاف قلبه التوراة :

" لقد أتوا إلى الفجوات ( بقصدون حفر المياه ) ولم يجدوا ماء . " وتجذب حفر المياه هذه أنواع الحيوانات البرية الصحراوية وخاصة سباع المساء البهكرة كما أنها تستخدم الرعاة والبند والرحل المعاصرين ، وهي أكثر أنواع جمع المياه السطحية بدائية من حيث استخدامها بواسطة سكان الصحراء القديمة .

ومن الواضح أن هذه الفجوات المائية كانت أحيانا تصنع بواسطة الإنسان . جاء في التوراة ( سفر الملوك ٢ - ١٦ ، ١٧ ) لتجعل هذا الوادي مليئا بالخنازير ( أي الفجوات المائية ) إذ هكذا يقول الرب : أنك لن ترى الريح ، ولن ترى المطر ، ومع ذلك فسوف يثقل الوادي بالمياه ، وسوف تشرب بعده ذلك . " ويبدو من المنطوق أن الفجوات المائية الصناعية كانت هي النماذج الأولى للآبار الحقيقية . فالآبار المفتوحة المحفورة في التربة خلال الأيام الأولى لمملكة إسرائيل تمثل أكثر الأشكال بدائية من وسائل جمع مياه التصريف المطري . ولقد وصفنا في الفصل الثالث كيف اكتشفنا لأول مرة وتعرفنا على الآبار المفتوحة في منطقة ( ميشور هاروكاج ) وسوف صفنا الآن السطحة الرئيسية التي تحدد أراضيها وتشيدها .

لقد حفرت هذه الآبار المكشوفة داخل طبقة من صخور العزل الناعم في النفاذ الشائع في المنطقة ، والذي يمتد إلى العصر ( التوراني ) الجيولوجي . ومن الآبار النموذجية من هذا النوع تلك البئر المذكورة في الفصل الثالث والتي عثرنا عليها مرتبطة بالاسيطان الاسرائيلي ، والحصن الاسرائيلي والبئر مستديرة الشكل ذات طاقة استيعابية تبلغ نحو ٢٠٠ - ٣٠٠ متر مكعب ، أما أسوار صخور العزل الرأسية فتصبح غير مستوية حين تصاب بالرطوبة ، ولتجنب انهميارها كانت تبطن بحجارة خشنة غير مقطوعة وبالرقم من ذلك فإن القاع كان مستقرا واسخا واوكان مشعرا بالرطوبة . ومن ثم فلم يكن يحتاج إلى تبطين . أن البئر عند ما تملأ - تستطيع تلبية الاحتياجات المحلية والمنزلية لمشروع ما ثلاثة افتراضية واشتهتها على الأقل طوال العام كله .

وكانت البئر تملأ بالمياه بتجميع مياه التصريف المطري من سفوح التلال وكان السكان القاصي يحفرون سلسلة من قنوات سفوح التلال يبلغ مجمل طولها ١٢٠٠ متر

وذلك من أجل جمع ونقل التصريف المطري من منطقة تجمع مياه الأمطار التي تندر مساحتها بعشرة هكتارات . ومعنى ذلك أن البئر تملأ إذا انتجت منطقة تجمع المياه ٣٠ مترا كمها للهكتار الواحد . ولقد أوضحنا في الفصل التاسع أن جماعات المياه الطبيعية الصغيرة يمكن أن تنتج هذه الكمية ، ومن ثم فإن البئر تملأ بالتأكيد كل عام .

وكانت مياه التصريف المطري من سفوح التلال تحتوي على طفيل وشوائب . ولتقليل كمية الطفيل داخل البئر كانت المياه توجه في البداية إلى حوض طفل صغير ، وبعد أن تستقر كمية من الشوائب في حوض الطفل تنقل المياه بعد ذلك عبر قناة قصيرة إلى البئر . وتحاط البئر كلها بصفيين مزدوجين من الحجارة ارتفاعها متر واحد ، وتعمل بمثابة سور قوي لابعاد الحيوانات والطفيلين . وهناك عشرات من الآبار المكشوفة من هذا النوع في منطقة التربة .

وفي بعض الآبار العميقة المكشوفة أقيمت سلسلة من الدرجات الحجرية على جانب من جوانب البئر ، لتسهيل سحب المياه عندها تغرق أثناء موسم الجفاف . وفي بعض الآبار كانت ثمة قناة صغيرة لفائض المياه تسمح بنقل هذا الفائض من البئر المثقلة لتعباب السي الحقل ذات المطاط . وهذا هو أقدم نموذج عثرنا عليه لسكان الصحراء الذين كانوا يجمعون مياه التصريف المطري صناعيا .

أما التطور التالي من الآبار المكشوفة المحفورة في صخور العزل فكان يتمثل في إنشاء آبار مسقوفة محفورة داخل الصخر . وكان يمكن إنشاء الآبار المكشوفة بأداء غايته في البساطة ( أن صخور العزل الرطبة ناعمة ورخوة بدرجة تكفي لحفرها بالحجارة أو بأدوات خشبية ، وبالرقم من ذلك فقد كان حفر البئر في الصخر يحتاج إلى أدوات معدنية ضلطة . ولقد عثرنا على كثير من الآبار الصخرية المنقطة تزيد في عددها على الآبار المكشوفة . ويرجع ذلك إليها إلى العصر النبطي . وبدل هذا على أن المنطقة كانت أقل كثافة فسي سكانها في العصر الاسرائيلي ما كانت عليه في العصر النبطي اللاحق .

ويمكن تصنيف هذه الآبار الصخرية المسقوفة إلى ثلاثة أنماط متميزة : آبار منحدرات أو سفوح التلال ، والآبار العامة في المدن ، والآبار المنزلية الخاصة . وكانت تحفر كلها داخل طبقات الصخر الطباشيري الرخوة . وتتصل بقنوات جمع التصريف المطري . وفي الحالات التي يكون الصخر فيها بفتتا إلى حد كبير ، فإن المدحج والشقوق الكبيرة في الجدران والأرضيات تملأ بالحجارة والحصى الصغير قبل تبطين البئر بطبقة من الملاط ولكل الآبار قنوات طفل عند مدخلها .



أما آبار سفوح التلال فهي عادة تحفر فوق المنحدر الجانبي للتل وتبنى عادة على مسافة من المدن القديمة، ويعتقد أنها كانت تخدم أساساً المجتمعات الزراعية لسقى المواشي. ولا زالت بعض هذه الآبار تستخدم لهذا الغرض بواسطة البدو ونسب الوقت الحاضر.

أما البئر الإسرائيلية المكشوفة فقد كانت لها مدخلها الخاص بتصريف مياه الأمطار في القبة، لكن البئر الصخرية المكشوفة كان لها مدخل خاص في جانب الحفرة ذاتها. وذلك لأن الموقع الذي يختار للبئر كان عادة عند التقاء طبقتين جيولوجيتين مختلفتين أحدهما طبقة حجر جيري رقيقة نسبياً، وعلوية تقع فوق طبقة طباشيرية أخرى رخوة، وتحفر البئر أولاً داخل الطبقة الطباشيرية الرخوة، وتصبح طبقة الحجر الجيري بمثابة سقف، أما المدخل فيشأ داخل الصخر الرخو للحائط الجانبي وكانت الأبعاد الداخلية للآبار تتفاوت السى حد كبير، فكانت مساحة الأرضية تغطي عادة ٣٦ متراً مربعاً على الأقل، وعمقها ما بين ٤ - ٦ أمتار. وفي الآبار الكبيرة كانت تترك أعمدة من الطباشير الرخو (من متر مربع إلى مترين) كدعامات للسقف وأحياناً كانت تحفر رؤس أسطوانية رمزية معظمها رؤس شيران داخل الأعمدة. وقد ساعدتنا على تحديد التاريخ، وأنها تعود إلى العصر النبطي. وهناك بئر صخرية نموذجية مكشوفة ذات أعمدة تقع على مسافة ميل من مدينة عسلا، وعلى مقربة من وادي عزين أو من المنحدرات المحيطة.

وحيث يحدث سيل كبير في (ناحال زين) وترتفع المياه فوق قاع الوادي السى متر ونصف فإن مياه السيل السطحية تخترق المدخل إلى البئر، وهناك أيضاً قسماً طويلاً لجمع مياه التصريف المطري فوق السفوح التلالية المجاورة مما يساعد على جلب مياه التصريف المطري إلى المدخل. وفي عام ١٩٥١ صمم لحد الكتاب على محاولة ملء بئر، بجاء السيول من (ناحال زين) وحتى يطمئن إلى ملء البئر بأقل سيل، قمنا ببناء سد منخفض من الحصى يبعد عن مجرى المياه بمسافة ٥٠ متراً عن (ناحال زين) واستطعنا بلا ستعانة بمطال البدو وتطهير البئر القديم، وانتظرنا السيول ومثلت البئر خلال السيل الأول، واستخدم البدو والجوارون مياه البئر لمدة عامين تقريباً وخلال هذه الفترة تهدم السد المنخفض، ولم تحدث سيول كبيرة لإعادة ملء البئر لمدة عدة سنوات. وتغطي مساحة أرضية البئر نحو ٢٨٠ متراً مربعاً، وعمد لا تتلى يصل عمق المياه فيها إلى خمسة أمتار، ومن ثم فإن سعتها تصل إلى ١٤٠٠ متر مكعب، وهذه الكمية تكفي سبعة من عائلتنا الافتراضية مع ماشيتهم، أي حوالي ٤٠٠ فرد ١٥٠ جملاً ٧٠٠ حماراً ٢٠٠ رأس من الأغنام والماعز ١٤٠٠ كلها لمدة عام كامل.

هناك مئات من هذه الآبار فوق سفوح التلال في منطقة الدقب، وتلقى معظمها بجميع مياه التصريف المطري من مجمعات المياه الصغيرة، لا من الودية الكبيرة. ولقد قمنا في منطقة (شفتاه) بتنظيف أحد هذه الآبار عام ١٩٥٨، ولقدنا أيضاً قسماً سفح التل الصغيرة التي دفعت مياه التصريف المطري نحو البئر من منطقة تجمع مياه الأمطار التي تبلغ مساحتها ٢١ هكتاراً، ولقد قمنا بإزالة سد حاجر مزود بمصفاة تسجل آلية عملاً المداخل، وقمنا خلال السنوات العشر الأخيرة بقياس كمية التصريف المطري التي تصل إلى البئر. ولقد اتجهت مساحة تجمع مياه الأمطار الصغيرة إلى متوسط ١٢ مليوناً من تصريف مياه الأمطار سنوياً، أي بمتوسط ١٥٠ متراً مكعباً أي أن المدخل البئر كل عام يكفي خمس عائلات إلى ست مع ماشيتهم.

ولعل أهم مجموعة من الآبار الصخرية المكشوفة فوق سفوح التلال طفتنا عليها عند (ناحال عسلا) (وادي الرميلق) فوق الطريق القذر المؤدى إلى (سهل مطرية) من مدينة عسلا القديمة. فهناك ثلاث عشرة متراً مجاورة، تطلق كلها المياه من منطقة تجمع مياه الأمطار تبلغ مساحتها (٦٠ هكتاراً) وتجميع مياه التصريف المطري نسبي قواع سفوح التلال المنحدرة، ثم تنقل إلى أسفل وعلى سفوح التلال إلى الآبار. وهذه الآبار مختلفة الأحجام والأشكال وتتراوح طاقاتها على الاستيعاب ما بين ٢٠ - ٢٠٠ متراً مكعباً حتى مائة متر مكعب من المياه. ويشير بناؤها إلى أن هذه الآبار من نوع يداني للناحال، سبق في تاريخها الآبار النبطية ذات الأشكال الهندسية المتقدمة وقد أنهار كثير من جدران وسقوف هذه الآبار، بيد أنه يوفهم حالتها الخرابة بقى قبول منها مليلاً بمياه التصريف المطري في الشتاء، ولا يزال البدو يستخدمونها حتى الآن. ويبلغ الاستيعاب الكلى للآبار الثلاثة عشرة حوالي ١٠٠٠ - ١٢٠٠ متر مكعب قبل أن تبدأ في الانهيار.

أما النوع الثاني من البئر الصخرية المكشوفة فهو البئر العامة في المدينة، وليس نحو ما يدل الاسم كانت هذه الآبار تخدم المجتمعات في الأماكن العامة مثل الاجتماعات في المدن أو أماكن الأسواق والكنايس على نحو ما هو في الحصن البزني في عسلا، وفي الكنايس في منطقة (شفتاه) وتحفر هذه الآبار أيضاً داخل الصخر وتغطي عادة بسقوف الحجر الجيري الطبيعي المدعوم بالأعمدة وتجميع مياه التصريف المطري لهذه الآبار من الشوارع ومجمعات المياه خارج المدن، وتنقل في قواع حجرية جبهة المياه عبر الشوارع إلى أحواض طفيل ثم تدخل المياه بعد ذلك إلى البئر من فتحة في السقف لا من خلال الجدار الجانبي كما هو الحال في آبار سفوح التلال.



لقد كانت البئر الرئيسية للمدينة في منطقة ( شفتاء ) أكبر الآبار التي عثرنا عليها  
وبها وانها كانت بدو من سقف ، أي أنها كانت خزاناً مكشوقاً وهذا الخزان الرئيسي كسان  
بمعدل مساحة قدرها ٢٠٠ - ٤٠٠ متر مربع ، وكان عمقه ١٤ متراً على الأقل .

لقد كان لكل الكنائس في ( شفتاء ) وبها آبارها الخاصة التي تملأ سواء من  
مياه التصريف المطري من الأسقف أو من مناطق تجمع مياه الأمطار الخارجية ، وتضم  
آبار الكنيسة لسلابية في منطقة ( شفتاء ) نماذج جيدة للآبار المستخدمة لجسم  
وتوزيع مياه تصريف الأمطار . فقد كانت توجد قاعات لتجميع المياه المطرية من خارج المدينة  
إلى مجموعة من خزانات التقسيم ، والقنوات الجوفية والآبار ، ويمكن تعقب قناة التجميع  
لسافة أربعة كيلومترات خارج أسوار المدينة ، وكان يمكن ملء ينبوع العمودية ( التمدد )  
في كنيسة النصارى بواسطة المياه الجارية من أحد الآبار خارج الكنيسة إلى النهر . ومن  
خلال أنبوب فخاري إلى السور الملاصق وكذلك يمكن من خلال خزان تقسيم شامل مسو  
الكنيسة نقل المياه إلى آبار الكنيسة وإلى الهير الجاور أو إلى القنوات في النهر  
بحيث تنقل إلى البئر الرئيسي للمدينة .

أما النوع الأخير من الآبار فهو البئر المنزلية الخاصة فقد كانت تبني إما داخل  
النازل ، وفي المدن كانت تلك الآبار تملأ بمياه التصريف المطري من الأسقف أو الشوارع ،  
أما الآبار المنزلية في الزواجر خارج المدن فقد كانت تخزن كذلك مياه التصريف المطري  
التي تجمع من سقف التلال كما هو الحال في مزرعة ( ميشيل ) ولقد حفرت معظم هذه  
الآبار تحت مستوى الأرضية ، وهي على شكل زجاجة ذات عنق ضيق يبلغ نحو متر في القطر  
ويمتدح في القاع إلى ثلاثة أو أربعة أمتار . ولقد عثرنا على أنواع مختلفة من الآبار بمساعدة  
العالمين ( ي . باهين ) و ( أ . هارون ) على إسرائيل خلال حفرياتهم في منطقة  
هازو وأن ومنها تلك الآبار ذات العنق أو الفتحة العلوية الضيقة في منطقة ( هارو ) ،  
يقع مثل تلك الآبار التي عثرنا عليها في منطقة النقب . لقد كانت آبار ذات فتحات علوية  
ضيقة بحيث كانت الفتحة الرأسية وله أثرية الضيقة للبئر تحت العنق . وتحت البئر نفسها  
جسم الزجاج ، أما قيعان الآبار فكانت مقعرة .

وتتأصل أحد تلك الآبار ذات الفتحات العلوية الضيقة التي تمتد خمسة عشر متراً  
كعباً في الكنيسة الوسطى في منطقة ( شفتاء ) وسعة البئر المنزلية المتوسطة ما بين خمسة  
إلى عشرة أمتار كعبية ، ويمكن أن تزود الأسقف بسهولة بكميات جاتتها من المياه طوال  
العام . ولقد كان لكل منزل بئرته الخاصة بل يمكن المواطنين من تزودها بكميات جاتتهم  
المنزلية من المياه . ولعل أنتم الآبار المنزلية التي عثر عليها في إسرائيل غير المنتظمة

في الشكل ، والتي تتفاوت في العمق من زود ، بقنوات خلصة ترجع إلى العصر النحاسي ، وقد  
استخدمت الآبار ذات النحاسية لقطع هذه الآبار البدائية داخل المخبر بحيث عثرنا عليها  
إلى جوار تلك الآبار ، وهذا النوع من الآبار المنزلية الخاصة كان شائعاً في إسرائيل فسي  
كل العصر . وقد أجرى أحدهم في القدس عام ١٩٢١ أوضح وجود ٢٠٠٠ بئر منزلية  
تجمع مياه التصريف المطري . وكانت سعة تلك الآبار نحو مليون متر مكعب . وفي تل أبيب  
ظروف الحياة المعاصرة ، ومع حاجة الفرد سنوياً لما يتراوح بين ١٥ - ٢٠ متراً مكعباً ،  
فإن تلك الكميات كانت تكفي ما بين ٥٠٠٠ إلى ٦٠٠٠ من سكان القدس وخلال حرب  
التحرير عام ١٩٤٨ حين تعرضت القدس للهجوم ساعدت تلك الآبار القدس اليهودية  
على أن تتمد لظروف الحصار في تلك الحرب .

وإذا تجول أحد بين آثار ( شفتاء ) أو ( عدهاء ) فإنه يشعر بأن تخطيط  
المدينة من مجموعته كان يستند إلى مبدأ تجميع وتخزين المياه ، فالسقف المسطحة للنازل  
والشوارع الموصوفة كانت تعمل بمثابة مجمعات لمياه الأمطار . وكانت المياه تنقل بعناية  
من الأسقف عبر أنابيب فخارية مبنية داخل الجدران إلى الآبار المحفورة تحت أرضية  
النازل . وبدون أن تعلقات المياه كانت تقضى بتدبير مجمع مياه الأمطار ، وتدبير بشري  
في كل بناء بحيث لا يصبح المواطن عبئاً على المجتمع . فضلاً عن ذلك كان يتعين على كل  
مواطن أن يساعد في صيانة شبكة المياه العامة . وتدل الدفوش الموجودة على قطع الفخار  
الأثرية التي عثرنا عليها في منطقة ( شفتاء ) أن كل من يساعد في هذا العمل كان يمنح  
إيماً لهذا المعنى من السلطات المحلية . ويقول إيصال من تلك الأبحاث : السبي  
فلايوس جوموس ابن زكريا لقد تمت بأداء منارة عمل كاملة في خزان المياه .



## الفصل الحادي عشر

### استخراج المياه الجوفية

#### سلسلة الآبار

( يوع فانا ) أو ( عين فديان ) مستعمرة جماعية حديثة تقع أسفل وادي عربة على الطريق الرئيس المؤدي إلى ايلات ، على بعد ٤٠ كيلومترا شمال ميناء البحر الأحمر . وتقع تلك المستعمرة عند سفح جرف شديد الانحدار وسفوح محدودة ، تبتلع في ارتفاعها ما بين ٣٠٠ - ٤٠٠ متر . وتسيطر عدة أودية تنحدر في أصلها إلى هضبة الربيعة الجنوبية هبوطا حادا نحو ( عربة ) لتكون المراوح الحصانية في الوادي الفسيح .

وعندما قمنا بدراسة المنطقة بالقرب من مستعمرة ( يوع فانا ) وجدنا أنها مليئة بصفوف من الحفر الدائرية التي تشبه حفر الغايل والمسافة بينها منتظمة تقريبا ، إذ تقع على مسافات تتراوح بين ١٥ - ٢٥ مترا وقطرها ما بين ٤ - ٦ أمتار ، وتستمر الحفر نفس خطوط مستقيمة لمسافة تتراوح بين ٣ - ٤ كيلومترات ، وإن كان بعضها يمتد لأكثر من بضع مئات من الأمتار . ويبدأ معظمها في شكل المراوح الحصانية عند سفوح التلال ، ثم تنتهي بحافة ترابية مرتفعة .

وأول من رأى تلك الأودية هما العاملان ( فرانك ) و ( جلوك ) عام ١٩٣٤ ، ولكن لم يتعرف عليها سوى المهندسين ايزنشتاين عام ١٩٤٢ باعتبارها جزءا من نظام أو شبكة لجمع المياه ، تسمى باللغة الإنجليزية سلسلة آبار وسلسلة الآبار . ظاهرة شائعة في أجزاء كثيرة من الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ، وتعرف بأكثر من اسم أو مصطلح منها الكلمة السامية المعروفة باسم ( قاة ) والكلمة العربية ( فجارة ) والكلمة الفارسية كاريز . وقد استخدمت سلسلة الآبار منذ العصور الغابرة لاستخراج المياه الجوفية ونقلها لمسافات طويلة عبر مسافات طويلة دون الحاجة إلى أنابيب إلى أن تصل المياه إلى سطح الأرض الطبيعي . واستغلال الجبل أو الانحدار الطبيعي للأرض بهذه الطريقة يتيح تدفق المياه من القنات إلى مجار مكشوفة فوق سطح الأرض ، لتقليل هرها المياه إلى حيث أفراش الري أو الشرب .

وتتكون شبكة أو نظام سلسلة الآبار من ثلاثة أجزاء أساسية :

١ - بئر واحدة أو أكثر : وهي الآبار الأساسية التي تحفر حتى حوض المياه الأصلي ، وتتوقف عمق هذه الآبار الأساسية على عمق المياه الجوفية ، وهي تعمل فسي مستعمرة ( يوع فانا ) إلى ما بين ١٥ - ٢٠ مترا ، لكنها في أيوان تصل في عمقها إلى ٣٠٠ متر .

٢ - نفق تحت الأرض متدرج الانحدار ، ينقل المياه من الآبار الأساسية إلى نقطة عند السطح ، حيث تتدفق عبر خندق أو حفرة مكشوفة إلى الحقل المروية أو إلى المنشآت الخاصة بتخزين المياه لأفراش الشرب .

٣ - سلسلة من القنات الرأسية محفورة من سطح الأرض متجهة إلى النفق . وتسمى هذه القنات أو المراوح بطريقة جزاء بحيث تسهل تصريف مواد الحفر ، وتتيح الدخول والتهوية للنفق لأفراش المصارف . والمادة المحفورة التي توضع بالقرب من مدخل المرو أو القناة ، تكون تلالا أثرها حول فتحة القناة الرأسية ، وإذا لم تتم صيانة جيدة لشبكات سلسلة الآبار فإن القنات والافتاق تتدهم . وأثار هذه القنات الرأسية هي أول ما لفت الانتباه حين كنا نقوم بدراسة المنطقة .

وتتبع وادي ( عربة ) ظروفا جيومورفولوجية وهيدرولوجية ( تتعلق بشكل السطح والتركيب الصخري المائي ) لعمل تلك السلسلة من الآبار عملا موزعا . فعلى طول امتداد سفوح التلال يمكن العثور على الحياة الجوفية على أعماق متفاوتة . وفي بعض الحالات تصل المياه الجوفية إلى مستوى سطح الأرض . كما أن الينابيع والمستقعات الملحبة هي ظواهر شائعة ، وتقع جنوب ( سدوم ) سلسلة من الينابيع المعروفة مثل ( عين تمار ) و ( عين بيشا ) ، و ( هيكبار ) و ( عين غطاء ياهو ) و ( عين هاء زينا ) و ( عين مارزيف ) ، و ( باحاف ) و ( عين رادبان ) وهذه هي أهم الينابيع . أما المياه الجوفية التي تغذي هذه الينابيع فتتدفق من مصدرين محتملين : هـا التسرب من جمعات المياه الخلفية الداخلية ، ثم التسرب من الطبقات العميقة الحاملة للمياه من صخور الحجر الرملي النوبي ( انظر الفصل السادس ) التي تصرف مياهها على امتداد التلال الوادي الأخدودي في منطقة ( عربة ) ثم تتسرب المياه إلى أعلى إلى أن تصل إلى السطح ، وسهل إلى أقصى درجة استخراج المياه الجوفية في مناطق المراوح الحصانية حيث تملأ فجوات الصخور والحصا والرمل والتربة ، وهي تكون ما يسمى ( بقاطق التشبع ) وحدها الأعلى هو الحوض المائي الأساسي . وتظهر أحواض الحصا حين تتسع الأودية التي تدخل سهول ( عربة ) وتصبح على شكل مراوح فيضانية ، ويجري في ذلك المكان حفر الآبار الأساسية .



ومع ان سلاسل آبار (بوع فاتا) قد توقف استخدامها منذ فترة طويلة ، كما انها قد اندثرت واختفت معالمها الى حد كبير - ومع ذلك استطعنا دراستها بالتفصيل فقمنا بحفر جزء من احدى سلاسل آبار وبعد تنظيف المراعي والقنوات بواسطة المظفرة (للشرا اساسية فيما يبدو) من جميع التراب المتراكم عليها ، بدأنا فحس استخراج المياه الجوفية على عمق حوالي ١٦ متر فوجدنا المدخل الى النفق الممتد تحت الارض أسفل الحوض المائي الحالي بوضعية مستقيمة . وقد كان النفق في الاصل مغطى بالحجارة لحمايته من الانهيار . وقد انهيارت الشبكة تماما ويحتاج اصلاحها الى اعادة بنائها بالكامل تقريبا . وبالرفق من ذلك فقد قام المهندس (جويدس) الذي يعمل على مسافة مائة كيلومتر الى الشمال تجاه الطرف الشرقي لجسر اللزني عنده ، والذي الارض بتطهير احدى آبار السقي (فور الكبد) وحصل على تدفق المياه بمقدار ٣٦ - ٧٢ مترا مكعبا في الساعة .

وتقع المناطق العروية حاليا في منطقة المسترقعات الملحبة ، وهي تروى بوضوح من الجوف في الصور الفوتوغرافية الجوية على شكل مناطق ذات انماط وأشكال متقاطعة . وسهل الفحص الارض ان هذه الاشكال والانماط تتألف من كتل من الاعشاب والحشائش وتختشق هذه الاشكال كذلك خطوط مستقيمة تبدأ عادة عند مدخل انفاق سلاسل الآبار ، وتلك الخطوط هي بقايا قنوات المياه القديمة ، وهي تظهر اليوم على الارض في شكل ضفاف مرتفعة عن السطح . ان ظهور كتل الاعشاب والحشائش في الاشكال المتقاطعة وفوق القنوات القديمة سمة طريفة تدل على التطور التاريخي للمنطقة العروية . اما الموطن الاصل للكتل العشبية او الحشائش فهو السودان ، حيث انتشر منه الى البلاد المجاورة . والحشائش تنمو في المناطق التي تتوافر لها كميات كافية من المياه وفي المناطق التي يمكن للجذور ان تصل فيها الى حوض المياه الجوفى . وفي مصر على سبيل المثال توجد بكثرة (اي هذه الحشائش) على طول ضفاف القنوات . ويعرف الان انه لا يمكن لهذه الحشائش ان تنمو او تنمو في ظل ظروف الرطوبة وان كانت المياه الحالية في منطقة عربية بالقرب من مستعمرة (بوع فاتا) ومن ثم فالانار التي عثرنا عليها هناك لابد ان تكون بقايا عصر كانت ظروف رشاقتها خلاله موافقة . ولعل ذلك كان على الأرجح في وقت عمل سلاسل آبار المياه . ومن ثم فانه يمكن اعتبار تلك الحشائش من قبيل الاعشاب الهريمية التي تنمو الى الاراض القديمة العروية . واعتقادنا ان المسافات الشاسعة بين الحشائش تدل على زراعة اشجار نخيل البلح مكان كل كتلة حشائش ، لان المسافة بين الكتلتين متشابهة مع المسافات الموجودة بين زراعات النخيل . كما ان ملوحة المنطقة والظروف المناخية العامة ملائمة لزراعة النخيل .

فضلا عن ذلك فان نخيل البلح لا يزال ينمو في المنطقة لاسيما اذا كان الحوض المائي الاساسي قريبا من السطح . ولذلك يجب اعتبار الكتل العشبية المنفصلة طائفة في القدم ، وهذا يفسر ضخامة حجمها والطبيعة الصخرية للاسماط التي تترسب فيها زهورات الاوراق وتجدد نفسها كل عام . ان المنطقة المغطاة بالكتل العشبية تغطي مساحة ٤٠٠ هكتار لكنها متناكدة بين ما اذا كانت المنطقة كلها تنمو في نفس الوقت . واذا افترضنا ان نصف المساحة فقط كانت تستغل ، فان ذلك يحتاج الى ١٠٠٠٠ متر مكعب من المياه في اليوم ، على اساس متوسط احتياج المياه التي تقدر بخمسين مترا مكعبا يوميا للمهتكر الواحد . واذا افترضنا ان احدى القنوات المستخدمة آنفا كانت تصرف كمياه من المياه توازي القاعة التي بناها المهندس (جويدس) ، اي حوالي ١٢٠٠ متر مكعب في اليوم ، فلابد ان المزارعين القدامى لمستعمرة (بوع فاتا) كانوا يحتاجون الى حوالي ثمانى مجموعات من الآبار لرى اراضيهم التي تقدر مساحتها بثمانى هكتار .

ومستعمرة (بوع فاتا) ليست المكان الوحيد في منطقة (عربية) ذات القنوات القديمة . فقد اكتشفنا ودرستنا شبكتين اورثا من جد يد بين : احدهما بالقرب من عين (افروا) (عين ضافية) والاخرى بالقرب من (عين مارسيف) (عين زربية) وعند عين (افروا) (على بعد ١٥ كم شمال ابلات) . رأينا من الجوشبكتين على الاقل من سلاسل الآبار المنفصلة ، لكننا درسنا احدهما فقط ، ان كانت لها ظواهر ومسام خاصة . وهذا النظام او تلك الشبكة قنوات مزدوجة تتألف من خطين من المراعي والقنوات ، يتوحد الى خط مزدوج من القنوات والجاري المكشوفة التي تعبر احد الاودية فوق مجرى مائى شديد تشبيها جيدا . يمكن رؤية اساساته بوضوح حتى الوقت الحاضر . وكان جزء من المياه ينقل الى خزان حجري ضخم ، وتدفق الكمية الباقية داخل حفرة او خندق يمتد بطن بالحجارة الى المساحة العروية . اما عند عين (مارسيف) حوالي ١٢٠ كم شمال ابلات) فقد اكتشفنا ستة مجموعات اخرى من الآبار .

وتتأثر مجموعات كثيرة من شبكات سلاسل الآبار فوق وادى عربية سوا منها ما كان مخصصا لافراض الزراعة ام لتوفير مياه الشرب . ويصدق هذا على الجانب الغربى (الاسرائيلى) من وادى عربية ، وكذلك على الجانب الشرقى الذي يقع في الارض الاردنية . والذي يتعذر علينا بالطبع اجراء اى مسح له . ان تاريخ نظام سلاسل الآبار على جانب من الطرافة فقد ابتكر هذا النظام منذ



٢٥٠٠ سنة مضت على الأقل من جانب سكان المهضبة الإيرانية العالمية . وفي القرن السابع ق . م كانت ( ايكباتانا ) عاصمة ( ميديا ) تتزود بالمياه من سلاسل الابار ، كما ان مدينة ( بروسوليس ) التي أسسها الملك ( داريوس ) الاول ( ٥٢٢ - ٤٨٥ ق . م ) كانت تحصل على مياهها من القنوات ، كما سجلت أحداث التاريخ .

ان هذا الاختراع القديم متعدد بلاع طيفة ادخلت عليه يستخدم في ايران حتى الوقت الحاضر ، كما ان معظم مياه الشرب والرى تستمد من سلاسل الابار . ويقدّر ان أكثر من ٢٢ ألف قناة لازالت تعمل حتى الان في ايران . وبعض انفاقها تمتد لأكثر من أربعين كيلومترا في الطول . على ان هذه النظم لا تقتصر بالرغم من ذلك على ايران . فقد نشر عليها الباحثون في الصين ، وأفغانستان وباكستان والمغرب والسوية ، وشبه الجزيرة العربية ، وشرق الاردن ، وفلسطين وشمال افريقيا ( وخاصة في الصحراء الكبرى ) وفي اسبانيا بل وفي شيلن وبيرو والكسيك . وما لا شك فيه ان هذا النظام الهديع البارع كان في الاصل من ابتكار ايران القديمة ، وانه قد انتشر فيها ، ولكن من هو الشعب الذي يعتبر مسئولا عن نشر هذا الاختراع ثقافيا ؟ انهم الفرس في الاصل ومن بعدهم الرومان والعرب ثم الاسبان .

ولقد دهشنا لان نجد آثار بلاد فارس القديمة والاثار الرومانية وفيرة وكثيرة بالقرب من القنوات وداخلها - تلك القنوات التي كنا ندرسها ونقوم بفحصها وتدل الاثار الفارسية على ان القنوات قد شيدها الفرس خلال فترة حكمهم لفلسطين ( ٥٣٢ - ٣٣٢ ق . م ) او اليهود المشردين العائدون الى الوطن من بلاد بابل .

وتدل الاثار الرومانية على ان هذا النظام كان يستخدم كذلك في عصرهم ، وربما استحدث الرومان نظام القنوات في جزء من شمال افريقيا الذي كان ينتمي للإمبراطورية الرومانية ومعه هم جاء العرب الذين نشروا الثقافة الاسلامية في البلاد التي خضعت لهم بحيث أصبحت تعرف نظام سلاسل الابار . وهكذا انتقل النظام نفسه الى اسبانيا . وتدل الاثار على ان القنوات كانت تزود مدينة مدريد بمياه الشرب ( قارن التقارب بين كلمتي قناة باللغتين الاسبانية والعربية ) .

ولقد قام الاسبان بدورهم باستحداث نظام القنوات ونقله الى العالم الجديد . وإذا ما تتبعنا الكلمة لغويا وجدنا انها قد عاشت حتى الوقت الحاضر في اللغات المعاصرة

فاللغة اليونانية والرومانية ( قناة ) والكلمة الانجليزية ( قال ) والكلمة الالمانية ( كانال ) والكلمة الفرنسية ( كنال ) فه اشتقت كلها من الكلمة السابقة التي تعني سلسلة من الابار او قناة التي تعني ( الجرى المائي ) .



## الفصل الثاني عشر

### اعادة اريش المزارع

بعد ان طرحنا نظريتنا التي تقول بان المستوطنين القدامى كانوا يعتمدون نفس زراعتهم على جميع المياه من سفوح التلال المنحدرة - احسنا باننا لانستطيع اثبات هذه النظرية الا اذا اعدنا اريشاً احدى المزارع القديمة على الاقل حتى نضع مياه اريشاً موضع الاختبار . وكنا قد وضعنا وأوضحنا في الفصل الاول السبب في اختيارنا للمزرعة من احداهما في منطقة ( شفتاء ) والاخرى في منطقة ( عباد ) . وعند اجراء التخطيط والدراسة لاعادة بناء هاتين المزرعتين ، اخذنا في اعتبارنا اهداف البحث التي سوف نسمى فيما بعد لتحقيقها في كل مزرعة وهي :

- (١) اختبار نظريتنا عن الزراعة القديمة التي تعتمد على التصريف المطري .
- (٢) جمع المعلومات عن التصريف المطري من مجمعات مياه الامطار ذات الاجسام المختلفة ، ودراسة العوامل التي تؤثر في التصريف المطري ، ومنها سقوط الامطار وخصائص مجمعات مياه الامطار .
- (٣) تحديد نوع المحاصيل الحقلية والخضروات وأشجار الفواكه ونباتات المراعي التي يمكن زراعتها بنجاح في ظل ظروف الزراعة المطرية اي التي تعتمد على تصريف مياه الامطار .
- (٤) دراسة استخدام المياه بواسطة النباتات الزراعية التي تنمو في ظل الظروف الداخلية الصحراوية .
- (٥) ابتكار وتطوير اساليب لتطبيق الزراعة المطرية على الزراعة الصحراوية الحديثة .

ومع استوار العمل ظهر هدف اضافي جديد يرتبط بالاهداف السابقة ، الا وهو دراسة الحياة النباتية والحيوانية في بيئتها الصحراوية الطبيعية . كانت المزرعة الاولى التي اخترناها بالقرب من منطقة ( شفتاء ) تسمى مزرعة ( ميشيل ) التي وصفناها في الفصل السابع . والتي لفتت انظار العالمين ( وولي وليوانس ) . ولهذه المزرعة نظام دقيق مركب من المصاطب والقنوات وتوزيع المياه ، وهذا النظام الذي اعدنا اريشاً اسوار المصاطب فوق اساساتها القديمة بوضع احجار ضخمة غير مقطوعة على الجانبين وملأنا الفراغات بينها بالحصى ، ولتربة الطفلية ، ولتجنب التسرب كان الجانب

الاعلى لكل مصطبة من المصاطب يدعم بسده طين مسنود الى السور ، وهذه الطريقة قنا بارشاً سبع مصاطب وكانت المساحة القابلة للزراعة للمصاطب - وتبلغ ٥ هـ . هكتار ومساحة المصطبة ( ز ) ٥ ار . هكتار اما السور الحجري القديم الذي يحيط بالمزرعة فقد اعيد الى مكان عليه بناه جدار حجري مزدوج مملوء بالحصى ، ارتفاعه ما بين متر واحد الى متر ونصف . اما البئر التي في المزرعة فقد نظفت كما اعيدت وجهاز قناة المياه .

وكانت مزرعة ( ميشيل ) تحصل على مياه التصريف المطري الاساسية من اربعة مجمعات مياه وهي الوادي الذي كان يمثل قناة التصريف الرئيسية لجميع المياه رقم (١) ودخل الطرف العلوي للمزرعة من خلال بناء سبعة خمسة امتار ، وكان يمكن نقل المياه للمصاطب اما من مصطبة الى مصطبة اخرى من خلال سلسلة من الابنية المنحدرة عرضها ما بين اربعة وخمسة امتار او بالتبادل نحو قناة جانبية يمكن منها نقل المياه الى اي مصطبة منفصلة من المصاطب . وإلى جانب الوادي كان هناك خمس اوسى قنوات لكل منها مدخل خاص ، يؤدي الى احدى المصاطب . ولقد قنا بكل عناية باعادة بناء كل القنوات والمجارى المائية ومداخلها وبنيتها المنحدرة والمائلة ، وقنواتها الجانبية كما اننا اريشاً عند مدخل القنوات النارية والثالثة والوادي ( رقم ١ ) سدود قياس واجهزة تسجيل آلية للمياه ، لقياس دخول التصريف المطري الى المزرعة من مجمعات مياه الامطار . كما وضع بناء صغير للارصاد الجوية مزود بألأ ومعدات لقياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية ودرجة البخر عند الطرف الادنى من المزرعة ، كما وضع عشرة مقاييس للامطار ، منها جهاز تسجيل آلي ووزعت فوق منطقة تجمع المياه في المزرعة كلها ، ولم نقيم باجراء اي تسمية لحقول المصاطب ، وقد ادى هذا الى التوزيع غير المتساوي لمياه السيول .

لقد اتاحت اعادة بناء مزرعة ( شفتاء ) فرصة طيبة لتقدير قوة العمل التي كانت لازمة في الماضي لبناء مثل هذه المزرعة ، فقد كنا نحتاج الى عمل ٢٠٠٠ رجل اي عشرة رجال يعملون لمدة ٢٠ يوم . وكان العمل الذين استخدمناهم مهاجرين جدد اقيس معتادين على هذا النوع من العمل ، ولا شك ان العامل المتعود كان يمكن ان ينتج ما لا يقل عما ينتجه عامل ( الاغنية ) ومن ثم فمن المعقول ان تقدر ان مثل هذه المزرعة يمكن بناؤها بسهولة من خلال عمل ٢٠٠٠ رجل في يوم ويمكن لمائلة تضم ما بين ٣ او ٤ اطفال ان تقوم بهذا العمل خلال عام او عامين تقريباً .



وله دراسة التربة في المزرعة على أن الطبقة العليا لتربة المصاطب هي ترسبة طفلية ذات نسبة مئوية معتدلة من الرمال . أما الطبقات الدنيا وخاصة على الجانب الجنوبي من المزرعة فكانت من صخور ( العزل ) . أما على الجانب الشمالي فكانت الطبقات الدنيا من الطفل الرملية وتتراوح عمق التربة عامة بين ٢ م - ٣ أمتار في المتوسط ، وبين متر واحد إلى ١ م ٥ متر حول حواف المساحة المزروعة ، والتربة جيدة الصرف ، خالية من الأملاح نسبياً ، قليلة القلوية . أما المحتوى الجيري فهو مرتفع النسبة ( من ٢٠ % إلى ٥٠ % ) واستيعاب الحقل لمياه ١٥ % ، ١٨ % ) . أما نقطة الذبول ( حد لها اختبار نبات عباد الشمس ) فكانت نسبتها من ٥ % إلى ٧ % ) .

وفي العام المطير ١٩٥٨ - ١٩٥٩ قمنا بزرعة الشجيرات الأولى في مزرعة ( شيفتاه ) فوق المصاطب من ( أ - ز ) وقام البروفيسور ساميش من المعهد القومي الجامعي للزراعة في ( بيبي واجون ) بأعداد خطة الزراعة مع مراعاة الجانب التاريخي للمزرعة ، ولذلك لم نأخذ سوى الأنواع التي كانت معروفة في الشرق الأدنى في القرنين السادس والسابع الميلاديين ، وأن كنا قد استخدمنا بالطبع فصائل محلية في الزراعة . ولقد تكشف لنا مع مرور الزمن بعض التغييرات اللازمة .

أما موقع المزرعة الثانية الذي اخترناه فكان بالقرب من مدينة ( عبادات ) القديمة وكانت المزرعة ومناطق تجمع المياه أكبر بكثير من منطقة ( شيفتاه ) وأولينا بناء الحقل والأراضي التجريبية داخل المزرعة التي أقمناها هناك اهتماماً كبيراً .

كان الموقع القديم يتكون من وحدتين زراعتين : وحدة عليا ، ووحدة دنيا ، ولقد أعدنا بناء الوحدة العليا كلها واكتفينا ببناء جزء من الوحدة الزراعية الدنيا وكانت منطقة تجمع المياه في ( عبادات ) هي التي تتلقى المزرعة مياه التصريف المطري منها . وتقسّم منطقة تجمع المياه كلها إلى منطقتين رئيسيتين : منطقة تجمع مياه جنوبية - الأزمنة القديمة كانت تقسم إلى سبعة مجامع مائية أصغر حجماً بواسطة قنوات تجمع مياه التصريف المطري من سفوح التلال ، وتنقل المياه إلى الحقول ذات المصاطب . وأعدنا بناء القنوات ، وفي المنطقة التي تدخل فيها كل قناة إلى المزرعة أقمنا سداً للقياس وجهاز تسجيل إلى لقياس السيل .

أما مجمع المياه الشرقي فمساحته ٣٤٥ هكتاراً ويضم قاع الوادي لمنطقة التجميع التي لا تقل مساحته عن عشرة هكتارات من الحقول المسورة القديمة التي لم نرقم بأعدادها إرشائها . ويصرف مجمع المياه مياهه داخل قنوات تخترق هذه المصاطب وتنحدر إلى وادٍ فسيح وضحل نسبياً عنه ، دخولها إلى المزرعة الخضراء . وهذه المنطقة أقمنا حاجزاً للقياس ومقياساً آلياً للقياس السيل .

ولقد أجزت عملية إعادة البناء في منطقة ( عبادات ) مع الاستفادة من خبراتنا في منطقة ( شيفتاه ) . ففي منطقة ( عبادات ) قمنا بإعادة بناء المصاطب القديمة بأحجار مقطوعة بدلاً من الصخور الخشنة ، كما قمنا بتدعيم قنوات التصريف والابنية المحيطة بها بالطبقة ، وبالأسمدة واشتغل عمال الأمانة تحت إشراف خير في المحاجر . وقمنا بأعداد إرشاء ( ١٤ ) مصطبة وحملت مساحتها القابلة للزراعة ٢ هكتاراً كما قمنا بإعادة بناء سور المزرعة الذي يحيط بالمصاطب وقنوات سفوح التلال لجميع مياه التصريف المطري من السفوح والمحدرات .

وحتى نقيم الأراضي التجريبية فوق المصاطب وضعنا فوق التخطيط القديم شبكة جديدة لتوزيع مياه السيل ، تضم قنوات من الاسمنت ومواسير الصلب والنوافس وخارج توزيع المياه . أما مياه التصريف المطري المتبقية من سفوح التلال إلى القنوات من ( ١ ) إلى ( ٥ ) بعد قياسها في الحواجز المخصصة للقياس - فكانت تتركز في قناة استقبالية ( أ - ج ) وكانت هناك ماسورة تصريف ( ب - ز ) ينقل من المنطقة ( ب ) التي تسع روافع رأسية لكل منها أربعة خارج أفقية لتوزيع المياه على أراضي القطعتين ٢ و ٣ . وهذه بداية المسورة عند النقطة ( ب ) كان هناك مقياس مائي لقياس كمية المياه الموزعة على القطع ، وعند ما تتقل كمية المياه الكافية لملء قطع الأرض في القطعتين ٢ و ٣ يمكن إفلاق المسورة عند المدخل ، بواسطة بوابة بسيطة وعندئذ يتدفق فائض المياه من خلال قطعة التقسيم عند النقطة ( ج ) إلى القناة الخرسانية ( ج - هـ ) حيث تتصل بمياه التصريف المطري التي تأتي من الحاجز ( ٦ ) وهذه النقطة ( هـ ) قمنا بإرشاء مقياس مياه آخر لقياس المياه المتجهة إلى القطعة رقم ( ٤ ) ويتدفق فائض المياه إلى القطعة رقم ( ٥ ) التي تتلقى كذلك مياه التصريف المطري مباشرة من القناة رقم ( ٧ ) وقد تمت تسوية أراضي القطع ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ تسوية تامة لضمان التوزيع المتكافئ للمياه . أما القطعة رقم ( ٥ ) فلم يتم تسوية أراضيها ، وتتدفق المياه الفائضة من خلال



بناءً هابط عند نهاية القطعة رقم (٥) إلى القطعة رقم (٦) وتقدر المساحة المروسة للقطع ٢ - ٥ بحوالي ١٢ هكتار . وتتلقى تلك القطع مياهها من جميع المياه الجوفية (٢٠٢ هكتار) ومعدل مساحة جميع المياه إلى المساحة المزروعة ٢٥ : ١ وهو المتوسط المستخدم في المزارع القديمة .

أما الجزء الباقي من المزرعة (القطع ٨ : ١٤) التي تصل مساحته إلى ١٢ هكتار من الأرض المزروعة ، فيحصل على مياهه من جميع المياه الشرقى الكبير ونسبة جميع المياه إلى المساحة المزروعة ٢١٥ : ١ إذ أننا لم نرم بإعادة بناء كل المزارع المروسة القديمة في هذا الجمع المائي الشرقى والرفم من ذلك فإن هذا المجمع المائي الكبير ليس يكن على درجة عالية من الكثافة في إنتاج المياه . ولقد أوضحنا في الفصل التاسع أنه فسي سنوات المطر الشحيح لم ينتج سوى قدر طفيف من التصريف المطرى . وخلال السنوات السبع من القياس أنتج جميع المياه حوالي ٢٤ ملليمترا من مياه التصريف المطرى فسي العام الواحد ، على حين أنتجت جميع المياه الصغيرة ما يبلغ عشرة ملليمترا والجميع المتأهبة الصفر ما يصل إلى (٢٠ ملليمترا) وأكثر في العام الواحد .

وقاس مياه التصريف المطرى من جميع المياه الشرقى عند الحاجز رقم (٨) ثم تدفق إلى القناة الخرسانية (ج-ل) . ويمكن لخزان تقسيم عند النقطة (ل) أن يوزع المياه في ثلاثة اتجاهات ، ويمكن نقلها خلال المسورة ل- م إلى القطعتين ٨ ، ٩ بالمطريقة الموصوفة في القطع ٢ ، ٣ ، ٤ . كما يمكن توجيهها إلى إحدى المسورتين أو إلى كل من المسورتين ل- ن ، ل- م . بحيث تنقل المياه إلى القطع ١٠ - ١١ - ١٢ - ١٣ على التوالي إما فائض المياه الذي لا تستقبله القناة ج-ل ، فينتقل إلى قناة التصريف الخرسانية إلى قناة سطحية للتوزيع موازية وخارجة على القناة ج-ن ، وتتجاوز القطع من ١٠ - ١٣ ، ثم تنقل إلى القطعة رقم (١٤) أما كميات المياه الناتجة عن التصريف المطرى من تل عباء ، والتي لم تخضع للقياس فهي تتدفق كذلك إلى نفس القطعة عند النقطة (ع) . وتوزيع المياه عند هذه النقطة لا يخضع لأي تحكم ويتدفق فائض المياه من خلال قناة تصريف عند النقطة (ف) حيث تتبدل بعده أن تتدفق في الوادي .

ولقد دل مسح تربة المزرعة على أن التربة الطفلية تبلغ في عمقها ٢ - ٣ أمتار وهي تغطي أحواضاً من الحمى في الوادي . وفي الجانب الشرقى من المزرعة لا ينفذ و الحمى تحت عمق ١٠ إلى ١٢ متر أما المحتوى الجوى في التربة فهو مرتفع (٢٦ ٪

إلى ٢٦ ٪ ، كما أن التربة قليلة القلويات ، وملوحتها طفيفة لا تكاد تذكر ( أقل من ٥٠٠٠ من جملة الأملاح القابلة للذوبان ) وسعة أو طاقة الحقل الاستيعابية ما بين ١٧ ٪ إلى ١٨ ٪ . ودلت اختبارات نبات عباء الشمس على أن نقطة الذبول ما بين ٨ ٪ ، ٨٤ ٪ .

وكان البرنامج التجريبي يتطلب أساساً ثلاث مجموعات من المحاصيل الزراعية المختلفة : محاصيل حقلية ، نباتات رعية ، ونباتات زرع النباتات البستانية في القطع ١٠ - ١٤ وخصصت القطع ٨ ، ٩ للمحاصيل الحقلية وخصصت القطعتان ٢ ، ٣ لنباتات الرعي ( الأعشاب ) . وأورد الفصل الثالث عشر والرابع عشر نتائج المحاصيل الحقلية ، والأعشاب ( نباتات الرعي ) والبساتين ، وبجمل هذا الأسباب الرئيسية لاختبار محاصيل معينة .

فعند اختيار الأشجار لبساتين الفاكهة حاولنا الاقتصاد على الأنواع التي كانت معروفة في الأزمنة القديمة ، وأن كنا قد أضفنا إليها أنواعاً محلية بالنسبة للمنطقة ( مثل شجرة الفستق ) أو الأنواع التي كان معروف أنها سهلة التلاوم والتكيف ( مثل الخوخ ) . أما خططنا بالنسبة لمحاصيل الحقل فكانت تعتمد على دورة محاصيل أي دورة زراعية مدتها أربع سنوات ، وبما جاءت السيول مبكرة في موسم المطر حين تكون درجات الحرارة منخفضة إلى حد كبير ، أو تجمد متأخرة حين تكون درجات الحرارة مرتفعة . ولذلك أعدنا خطتين للزراعة محاصيل حقلية شتوية في حالة السيول المبكرة ، ومحاصيل حقلية صيفية في حالة السيول المتأخرة .

وكانت نباتات الرعي على جانب من الأهمية لأن الرعي كان سائداً في منطقة النقب منذ قديم الزمان . والرعي الطبيعية ، كما هو الحال في معظم الأراضي القطرية ، قد هربتها أساليب الإفراط في استغلال تلك المراعي ويمكن استغلالها لإنتاج محاصيل طيبة بالاستغلال الصحيح لمياه التصريف المطرى ، وكذلك بهذر بذور نباتات رعي مقاومة للجفاف وفيرة الإنتاج . ولقد كان هدفنا اختبار مثل هذه النباتات من مجموعة كبيرة المروج من النباتات المحتملة ، واستخدمنا القطع ٢ ، ٣ لتجاربنا مع النباتات الدائمة ، والجزء الأكبر من القطعة رقم ( ٤ ) للنباتات السنوية وخلال السنوات استخدمنا للتجارب الإضافية أراضي خالية تتلقى مياه التصريف المطرى وخصصنا هذه التجارب الخرشوف والأعرج قطع رقم ( ٥ ) والنباتات الطبية ، والنباتات ذات الأهمية والجذور التي تنتج الزهر وكذلك التجارب البيولوجية لفصائل النباتات الصحراوية البرية .



## الفصل الثالث عشر

### النتائج الزراعية

#### المحاصيل الحقلية ، والخضروات

#### والنباتات الطبية ، وأعشاب الرعى

استكملنا أعمال إعادة البناء في بداية عام ١٩٦٠ ، وبدأنا الزراعة المطرية في موسم شتاء ١٩٦٠ - ١٩٦١ ، الذي كان عام جفاف في عبادنا ، واما متوسطا في منطقة ( شفاء ) ، والرغم من ذلك فقد كان هناك ما يكفي من مياه التصريف المطري لبدء زراعتنا التجريبية . ولم يكن نعرف كثيرا ان الموسم التالي سوف يكون موسما للجفاف ( ١٩٦١ - ١٩٦٢ ، ١٩٦٢ - ١٩٦٣ ) ، وكان عام ١٩٦٢ - ١٩٦٣ أشد هذين العامين جفافا في تاريخ منطقة الرقب ( انظر الفصل الرابع ) ولو كنا استطعنا التنبؤ بحدوث الجفاف في هاتين السنتين لما بدأنا عملنا اطلاقا ، ان التفكير السديد ، كان سببنا بأن الزراعة المطرية سيكون مآلها الفشل في ظل ظروف الجفاف . لقد كنا نسمى الى اكتشاف ما اذا كانت الزراعة المطرية ترجح في ظل الظروف الصحراوية ، وهذا بدوره ينطوي على الانماط المطرية الثقيلة .

والرغم من ذلك ففي خلال هذين العامين خرجنا من القحط والجفاف اتاحه مجيء المياه كافي من المياه للمحاصيل . صحيح ان النمو والانتاج كانا طفيفين ، لكن النتائج صدم للجفاف ، بل ان بعض المحاصيل قد نمت نمو طيبا . وخلال العام الثالث من الجفاف المستمر في ( عباد ) فقد احد اعضاء مجيئنا اعمامه حين رأى نباتات الرعي التي زرعتها تعاني من نقص شديد في المياه وحاول اقناعنا بوى الحقول ربا صناعيا . وكان الامر يحتاج الى شجاعة وإيمان للالتزام بخطتنا الأصلية ، لكننا رفضنا الرى . ان الاختبار القاسى الذى فرضته علينا الطبيعة علمنا ان الزراعة في الصحراء لابد ان تحسب حساب اقسى الظروف ، وان كانت قد اوضحه لنا ان معظم النباتات المزروعة لابد ان تصمد امام مثل هذا الجفاف الرهيب اذا تزودت بمياه التصريف المطري بالطريقة الصحيحة .

وطوال التجربة كنا نطرس ونطبق اساليب زراعية منطقية مثل الحرث ، والتسميد

وقد اقمنا الآفات ، ومع ذلك كان علينا ان نكيف ولانم كل هذه الاساليب مع الظروف المحلية . لقد كنا على سبيل المثال نجعل سداد الاغنام والطعز الذى تخلفه القطعان التى يربعها البدوي الكهوف أو الابار المهجورة . وفي كل عام كانت المحاصيل الحقلية والخضروات تتلقى ٢٠ مترا مكعبا للهكتار الواحد من هذا السداد ، ٦٠٠ كيلو جرام للهكتار من سلفات الزنادر ( ٢١ % ) والسوبر فوسفات الحبيبي المشبع ( ١٦ % ) اما نباتات الرعي فلم تكن تحصل على السداد ، وان كانت تحصل على نحو ٤٠٠ - ٥٠٠ كيلو جرام للهكتار من السوبر فوسفات مرة واحدة كل عام ، كما تحصل على ثلاث رشاشات سداد ، كل رشة ٢٠٠ كيلو جرام للهكتار من سلفات الزنادر . وكان الوقت الامثل لاستخدام الاسمدة والخضبات قبل السيل مباشرة أو اثناها ، حتى يمكن للمياه جرف الاسمدة داخل التربة ، ولما نجحنا في ذلك ، لاننا لم نكن نستطيع ان نقيما متى تأتي السيل كما انه لم يكن يتاح لنا الوقت عندما كنا نتولى التحكم في مياه السيل .

كما ثبت لنا أيضا ان الزراعة نفسها مشددة فقد كنا نريد الزراعة في انتباه السيل حتى لا ننفق كثيرا من المياه وجربنا جرارات صغيرة ذات اطارات من المطاط لكنها سرعان ما غرست داخل المياه الطفلية الموحلة ، كما ان الجبال لم تكن تصلح للقيام بهذه المهمة ، فقد تبين انها ليست على درجة كافية من القوة تسمح بجلب أو أء الحرث والفلاحة الثقيلة ، ثم نجحنا في النهاية باستخدام أداة حرث ( محراث ) قوار صغير ، يعمل بالرفع الذاتي والتشغيل اليدوي وحرث طبقة تصلحها طين ( ٤ - ١٠ سنتيمترات ) ، ويمكن للفرد ان يحرث به نصف هكتار يوميا .

كنا نفترض أساسا ان المسافة بين المزرعتين وبين أقرب منطقة زراعية سوف تمنع الآفات وأمراض النباتات المعتادة من الوصول اليها ، ولقد ثبت خطأ رأينا مرة أخرى ، ان هاجمت محاصيلنا معظم الآفات المعروفة لكل المناطق الزراعية الاخرى في اسرائيل وكان علينا ان نشن الحرب الكيميائية المعروفة ضد هذه الآفات .

كذلك تعلمنا ان ظهور الاوثة أو فئابها يدل على نوعية الظروف البيئية أكثر مما يدل على البعد عن المناطق الزراعية الاخرى . وعلى سبيل المثال ، فبسبب الجفاف النسي للجو ، لم تكن محاصيلنا تعاني الاقليل من الامراض الفطرية ، وهذا يفرس كيمياء التدي الثقيل ومنبع المباح المبكر في فصل الصيف . اما بالنسبة للحشراة والطبق والحيوانات الاخرى فقد كانت الخواص بمثابة نموذج لما يمكن ان يطلق عليه



اسم (تأثير الواحات) . فالزعرتان - على النقيض من الصحراء الجافة المحروقة حولهما - كانتا هما البقع الخضراء الوحيدة معظم شهور السنة وخاصة في شهور الجفاف . لقد جذبنا حقولنا الخضراء جميع الكائنات الاكلية للدياب في المنطقة . وقد تصورنا في لحظة من اللحظات كأن هناك برفية عاجلة أرسلت الى سائر الحيوانات بأن في مقدورها انقاذ حياتها من الموت جوعا بزيارة مزارعنا فالحشرات ، والارانب البرية ، والفزلان والقنفذ ، والحجل الصحراوي - كانت تتجمع كلها ليلا على المزارع وتسبب تلفا بالغا .

ومن بين الأثار الهامة الأخرى أن بعض الحشرات داخل واحتما المحلية كانت من النوع الذى لا يسبب اذى ضرر للمحاصيل الزراعية فى المعتاد قد تحولت الى آفات فاية فى الخطورة . فالصرصار الاسود على سبيل المثال الذى يعيش على الزراعات الصحراوية البرية قد احدث تلفا كثيرا لنبات الهليون ( نبات من الفصيلة الزنبقية ) . اما الهجوم الذى كانت تشهه الارانب البرية والنزلان ولقنات قد أصبح خطيرا فسى خلال موسم الجفاف ١٩٦٢ - ١٩٦٣ لدرجة اننا قمنا بحول الغزعتين اما الطبيب المتى لا يحول فيها السوفكان لا بد من اصطادها ، واصبحت كلها متاعا مطلوبوا لدى البدو والرحل من كانوا يصطادون تلك الحيوانات فى شراكهم داخل الابار المهجورة بالقرب من مزرعة ( شفتاه ) .

وكان المحصول الشئوى التقليدى لدى البدو فى المنطقة هو الشعير الذى يغفل الكهتار منه حوالى ( ٤ - ٦ اطنان ) فى السنوات الجيدة ، وان كنا نعرف من وثائق بردهاء ( نيتزانا ) ان القمح كان قد زرع فى تلك المنطقة ، وان المنطقة قد عرفت زراعة القمح ، ولذلك حاولنا زراعة المحصولين ولقد اُفل كل منهما محصولا وفيرا . بالنسبة لنتاج المحصولين فى بقية انحاء اسرائيل .

وكانت مشكلتنا المتكررة هي تحديد موعد البذر الذي لا يمكن ان يتم الا بعد  
 اول سيل . فمن بين ثلاث سنوات من جملة ست سنوات لم يحدث السيل الا في شهر  
 ديسمبر . ومن ثم كانت عملية البذر متأخرة جدا بالنسبة لهذين المحصولين من الحبوب .  
 ولقد دفعنا ذلك الى ان نبحث عن فسيحة جديدة يمكن لها ان تصمد لعملية البذر  
 المتأخرة . ونجحنا في العثور على فصائل جديدة للمحصولين ، يمكن بذرها في وقت

متأخر حتى منتصف فبراير مع نتائج طيبة في نفس الوقت . وجدو بالذكرة أنه بسبب توزيع الأمطار فشلت الغلات فشلا ذريعا عام ١٩٦٣ - ١٩٦٤ في منطقة شمال-الغرب والسهل الساحلي الجنوبي من إسرائيل . ووصلت خسائر الزراعة بسبب الجفاف في تلك المناطق إلى عدة ملايين من الليرة الإسرائيلية لكن مزرعتنا في ( عبدا ) قد تم حقل الغلات الاخضر الوحيد في المنطقة كلها ، ولم يكن المحصول سيئا ، إذ كان ملئ فقط للهكتار من القمح ، ٢٧ طن للهكتار من الشعير .

ولقد كانت خططنا الخاصة بالذرة الزراعية للمحاصيل الشتوية تتطلب محاصيل  
بذور الى جانب الحبوب الشتوية ، فقمنا بزراعة الجزر ، والبصل ، والفجل برجاح تمام  
من اجل البذور والقيمة الاقتصادية لهذه البذور عالية ، لان واحتيا المنعزلة كانه  
تساعدنا على زراعة بذرة ( زقية ) ( خالصة ) من الازهار دون ان تتأثر بأنواع أو سلالات  
اخرى من نفس الفصائل ، كما ان الظروف المناخية الاخرى في منطقة ( عبدا ) كانه  
مواتية لمحاصيل البذور . وكان حدوث درجات الحرارة العالية في شهر مارس يؤدي الى  
تحول مفاجئ من النمو النباتي الى مرحلة تكاثر النباتات في فترة تكون الزراعات فيها قد  
حققت درجة طيبة من النمو النباتي وصارت قادرة على انتاج الكثير من البذور الجيدة .  
وكان للجزر والبصل ميزة اضافية من حيث زراعتها في شكل جذور أو أبصال على التوالي  
ومن ثم يمكن تجنب الصعوبات التي تقابل استزراع بذور الخضروات .

لقد اخترنا البازلاء باعتبارها من خضروات الشتاء المطلوبة في خطة نه وتربتها الزراعية ( انظر الفصل الثاني عشر ) وواجهتنا ( البازلاء ) بمشكلة معينة ، اذ بذرتها في البداية بالقوب من سطح التربة فأكلت الطيور والقوارض البذور ، وبعد ان ازدهرنا علمنا نجحنا في زراعة ( البازلاء ) لانناج البذور ولعلف الحيوان . كما حاولنا زراعة نبات عباد الشمس ولكن عذر زرعنا هذا النبات في وقت متأخر في الشتاء كما هو المتبع في اسرائيل لم تزجج الزراعة وقد اكتشفنا من الملاحظات العارضة موعد البذر المناسب فالجسرات لم تقاد من ( ايلات ) كانت تحمل عادة بذور عباد الشمس المستوردة من افريقيا الى شمال الهللة . وداثا تحافظ بعض البذور ، ولاحظنا انها تنبت في وقت مبكر من الموسم على طول جوانب الطريق الى النقب ، وتنمو الى نباتات كبيرة ذات رؤس زهرية كبيرة . ولذلك حاولنا الزراعة في تاريخ مبكر ، ومنه نذ نجحنا الزراعة .



اما النسم فقد فشل باعتباره من الخضروات الشتوية . والمحمول للصيف الحقل  
الوحيد الذي زرع هو نبات ( العصفور ) الذي زرعناه عام ١٩٦١ - ١٩٦٢ . اما  
المحاصيل الصيفية الاخرى التي زرعتها في الموسم مثل : السمسم ، والقطن ، والسذرة  
الرفيعة فقد فشلت كلها ، ويرجع يعود ذلك الى ظروف الرطوبة المنخفضة في تلك الفترة .  
اما المحصولان الدائمان البارزان فهما نبات ( الهليون ) والخرشوف ، ونبات  
الهليون له مستقبل باهر ، لانه يزرع طوال العام ، ولا يحتاج لاعادة البذر كل سنة  
بعد زراعته ، وهو شديد المقاومة للجفاف ، عميق الجذور ، وتخترق جذوره الارض حتى  
قاع الصخور ، وتتداخل التربة كلها مع شبكة كثيفة من جذوره وجذوائه الرفيعة . وقد  
اكتشفنا ان هذا النبات يعيش في ظل عام كامل من الجفاف دون رى . وكان محصوله  
طيبا ، وكان النبات اخضر طيبا طوال العام . كما ان اسعاره مرتفعة نسبيا في السوق .  
ولم نندم حينئذ ما زرعنا نبات ( الهليون ) لاننا نعرف فصيلة برية اخرى تنمو طيبا  
في صحرائنا .

كما يتكيف نبات الخرشوف مع الظروف السائدة وقد وجدنا ان النوع الجديد الذي  
استخرجناه ، والذي يعرف باسم ( فيردي بروفانس ) قد نجح واعطى محصولا طيبا  
حتى عند ما حدث السيل الاول في شهر ديسمبر وتأخر موعد ازهاره .

وقبل ان نبدأ برنامج البحوث اتضح لنا ان ظروف الجفاف تعاسب زراعة انواع  
معينة من النباتات الطبية . فعند ما يزرع نبات البنج ( الخدر ) الصحراوي باستخدام  
الرى ، فانه ينمو في مساحات كبيرة بحيث تنافس كمية القلويات بداخله الى درجة تقرب  
من الصفر . . . وعلى النسب المثوية في القلويات الفعالة طيبا لا تتحقق الا اذا لم تسرو  
النباتات بل تترك لتتغذى في ظل ظروف الجفاف التام . ولقد حاولنا زراعة نباتين طبيعيين  
يحتوي كل منهما على المادة القلوية مثل نبات البنج الصحراوي ، ونبات الدانثورة ( نبات  
شائك سام ) ونباتين من زراعة النباتين ان ظروف الجفاف تلائم الانتاج الوفير من المواد  
والعناصر الطبية . فالأوراق الجافة كنبات البنج الصحراوي تحتوي على ( ٢٠ % ) من  
العناصر الفعالة ، اي ما يعادل بمقدار ثلاث مرات الكمية الموجودة في الأوراق النضرة  
تزرع بها عادة مصانع الادوية في اسرائيل .

وكذلك كانت ابعال الازهار وجذورها اضافة جديدة لتجارنا الزراعية . لقد  
كانت الباحثة ( ليزيل ابغارى ) هي القوة الدافعة لنا كي نجرب زراعة الازهار ، لانها  
نجحت في ذلك في حديقتها بالقرب من المنزل بمنطقة عباد . ونجحت التجربة

تاما وبخاصة ازهار الزينق الصغيرة ، والترجي العادي ، والترجي البشري ،  
والجلاد بوليس وازهار الفريزيا ، وهي ذات مستقبل باهر في زراعتها . لقد ازهرت  
هذه النباتات بغزارة وانتجت عددا هائلا من الابعال والجذور الصالحة واسباب  
هذا النجاح واضحة ، فدورة حياة النباتات ذات الابعال والجذور تتلاءم عادة مع الاجواء  
والاحوال المناخية ذات الصيف الطويل الحار ، لانها لا تزهر ازهارا طيبا الا بعد  
اول مطر ، ثم تدخل في مرحلة البقاء عند بدء موسم الجفاف ( انظر الفصل السادس عشر )  
كما ان ضحالة او عدم عمق الجذور يعتبر ميزة اضافية ، لانها تنمو طيبا في  
السنوات التي تتوافر فيها كميات كافية من المياه لترطيب الثلاثين او الخمسين سنتيمترا  
من التربة العلوية .

اما تجاربنا لزراعة نباتات الرعي فقد كانت مقسمة الى تجربتين رئيسيتين : مثل  
تجربتين ، وتجربة ثانية لاستخدام المياه : ففي المثل التجريبي زرنا أكثر من مائة  
نوع من النباتات الرعوية السنوية والدائمة وكان املنا ان نستطيع بعد خمس الى عشر  
سنوات من الملاحظة تحديد نوع النباتات التي يمكن ان تعيش في الظروف المتعاقبة  
من الجفاف والمطر بسبب نظام مياه السيل .

وبدأ اول تجربة في شتاء ١٩٦١ - ١٩٦٢ وفي ديسمبر ١٩٦١ زرنا بذورا  
مجهزة في المثل عمرها ما بين ( ٨ - ١٠ اسابيع ) وتلفت النباتات حوالي ( ١٠ ) عشرة  
امتار مكعبة للمهتار من المياه في يوم الزراعة ، وبقوم حدوث سيل واحد ، فقد كان النمو  
خلال عام ١٩٦٢ ممتازا .

وخلال شهر يوليو ١٩٦٢ ، دخلت النباتات كلها مرحلة السبات الصيفي ، واول  
آخر سيل حدث خلال العام شديد الجفاف ١٩٦٢ - ١٩٦٣ وقع في فبراير ١٩٦٣ ،  
وبعد ذلك بأربعة او خمسة ايام تقريبا بدأت كل النباتات في النمو بسرعة كبيرة . واثبت  
كل النباتات التي زرعت تقريبا ، وصمدت لظروف الجفاف الشديد لأكثر من ١٤ شهرا  
( من ١٦ ديسمبر ١٩٦١ حتى ١ فبراير ١٩٦٣ ) .

وكان موسم الزراعة ١٩٦٢ - ١٩٦٣ بالغ القصر ، واذ لم يستمر الا مدة  
( ٣ ١/٢ - ٤ شهور ) . ومنت النباتات بسرعة كبيرة منذ نهاية فبراير ١٩٦٣ حتى  
نهاية ابريل ، وازهرت وطرحت بذورها في شهر مايو ، كما دخلت مرحلة السبات الكامل  
في نهاية شهر يونيو . ومعظم الفصائل التي عاشت بنسبة ١٠٠ % نمت نمو طيبا ، فسي  
حين ارتبط معدل المياه المنخفض بشكل عام بظروف النمو غير المواتية .



أما المواسم الرطوية نسبيا لعام ١٩٦٣ - ١٩٦٤ ، ١٩٦٤ - ١٩٦٥ ذات الأمطار الغزيرة وعدد من السيول الكبيرة فقد جاءت بعد فترة جفاف طويلة لمدة ٢٤ شهرا ( ديسمبر ١٩٦١ إلى ديسمبر ١٩٦٣ ) وسيل واحد في فبراير ١٩٦٣ ) ومن ثم فقد أتاحت لنا فرصة دراسة نمو وتطور النباتات التي عاشت هذه التجربة القاسية بنجاح . ومن ثم ثبتت ملائمتها للزراعة المطرية . لقد كان معدل نمو النباتات النعطية وفوق النعطية معادلا ، بل وشجاوا معدلات الرعاى غير العروية في مناطق البحر المتوسط ومن المدارية ، ولذلك تبدد والزراعة المطرية أكثر فعالية من الزراعة في ظل ظروف مطرية مقابلة ، لأنها تخزن مباشرة الرطوبة المتاحة ، في منطقة الجذور ، ولا يضيع الا قدرا طفيف جدا من الأمطار غير المؤثرة ، ويستغل معظم الأمطار استغلالا فعالا في النمو والاستمرار .

أما نباتات الرعاى السنوية التي تم اختبارها فقد القيت بذورها في ديسمبر ١٩٦١ بواسطة اليد في الحقول على عمق سنتيمترات واحد إلى ثلاثة سنتيمترات ثم فطيت بواسطة أداة تقليب الأعشاب فغطى سطح التربة بالقش حتى فترة النمو وأحييت كل قطعة مسن الأرض بحد من الشعر لمنع البذر السنوية من التناثر ، واستغلال حبوب الشعر نفسها كمنشع من المؤثر الذي يحدد اختلاف قطع الأرض ، وكان نمو الشعر نمو طيبا ، لكن نمو معظم النباتات السنوية الرعوية تأخر مدة طويلة بالنسبة لكل الفصائل ، ولم يزد ارتفاع معظم النباتات على ثلاثة إلى خمسة سنتيمترات ، وكان الغطاء النباتي منخفضا ، ولم تصل الأندرة من هذه النباتات إلى مرحلة ازهار . ونظرا لأنه لم تظهر بذور كافية للاكثار في الموسم التالي فقد أعيد بذر كل قطع الأرض استعدادا للموسم ١٩٦٣ - ١٩٦٤ ، وعندئذ كان النمو والانباء طيبا بشكل عام بعد سيل ديسمبر ١٩٦٣ . أما النباتات الحولية ( أو الحوليات ) فتبعها لمراحل نموها كان يمكن تصنيفها في ثلاث مجموعات : المجموعة الأولى تضم النباتات التي تنمو نموًا مقارنا بالشوفان البرى الذي كان بمثابة وسيلة للقياس . وتتضمن الشعير البرى والمزروع والشوفان ، والبازلاء ، ونوع من النبات العلفى ، ونبات الحلبة العربية - السى هذه المجموعة . وكانت شمة مجموعة ثانية تضم البرسيم ونباتا علفيا آخر لم تنمو جيدا خلال الشهر الباردة إذا قورنت بالشوفان البرى ، وأن كانت قد تحسنت في نموها خلال شهر أبريل ومايو . وشمة مجموعة ثالثة كذلك تتألف من البقول وكانت ردبة في زراعتها ونموها .

وكان مرد النتائج السيئة لهذه المجموعة والنمو البطىء لنباتات المجموعة

الثانية في الغالب إلى نوع من البكتريا في التربة . ومن المناظر المألوفة النباتات ذات اللون الأخضر الداكن الجيدة النمو المعالجة بالبكتريا التي تنمو وسط فواصل أخرى سيئة النمو غير معالجة بالبكتريا . وتشير من تلك البقول وأنواع النباتات العلفية كانت تستغرق أربع سنوات حتى تنمو نظاما تكامليا متلائما . وكانت معظم نباتات الرعى الحولية تزهر وتلقى بذورها ثم تنمو في نهاية شهر مايو . بحيث تترك كمية كبيرة من احتياطي المياه في التربة ، ومن استغلال على عمق . استمتمرا أو أسفل ذلك . وكان الناتج طيبا . وكان الانبعاث والنمو والتطور في موسم ١٩٦٤ - ١٩٦٥ والموسم اللاحقة طيبا . كما أن فطام القطع التي لم تلتقى فيها بذور كان ممتازا .

أما الشوفان البرى المحلى فبعد زراعته كان يعطى إنتاجا ممتازا في ظل ظروف توزيع المياه في أحواض البذر الخصبة ، بحيث يقل ضعف ناتج المحاصيل المبنية في المناطق الرطبة . وبعد اجراء تطعيم او تنقيح معقول بالبكتريا بدأت نباتات الاعلاف وأنواع أخرى علفية تنمو نموًا طيبا ، وتغل ناتجا طيبا في ظروف زراعية والتصريف المطرية . ان اقتراب انتاجها ، وتجاوز انتاج الشوفان القياس ، ومن ثم كان الناتج مرتفعًا أو أكثر ارتفاعا من محاصيل الاعلاف الاخرى الشائعة وغير العروية في المناطق التي هي أكثر رطوبة .

وكانت التجربة الرئيسية الثانية تتعلق بدراسة استغلال الرطوبة بواسطة نباتات الرعى ، ولقياس مدى نمو الأنواع المختلفة من نباتات الرعى فمن لا يحتاج لمعرفة مدى مقاومتها للجفاف وانتاجها فحسب ، بل مدى كفايتها في استخدام المياه . وكان لابد من وضع ميزانية لكميات المياه المتاحة والمياه الضائعة بسبب البخر والتصرف . والمياه التي يستخدمها النبات والمياه اللازمة لإنتاج وحدة وزن من المواد الجافة ، ومن ثم فبقا بقياس رطوبة التربة خلال فترة السنوات الأربع في مس قطع في أفضل فواصل النباتات الرعوية من حيث احتمالات الانتاج على فترات تتراوح بين اسبوعين وثلاثة أسابيع ، بزوايا ، تصل إلى ثلاثين سنتيمترا في العمق المقد ونحو ٢٣٥ سنتيمترا . وكان هذا يضم معظم - ان لم يكن كل - نوعيات التربة المبللة أو المشبعة بالرطوبة بسبب هذا يضم معظم - ان لم يكن كل - نوعيات التربة المبللة أو المشبعة بالرطوبة بسبب التبيضان المختلفة . ومنذ أكتوبر ١٩٦١ حتى مارس ١٩٦٣ ، اخذت عينات التربة بواسطة انجحة ( فاهير ) ، ثم حصلنا على بيانات الرطوبة بواسطة قياسات جاذبية .



ولهذه الطريقة عديد من العيوب : فالجوانب العديدة المحفورة داخل قطع الارض التجريبية بواسطة ماسورة العيلاء خربت السطح الطبيعي للتربة ، ودمرت الجذور عند اخذ العيلاء ، كان لابد من اخذ كل عينة من موضع مختلف بحيث لم يكن يستطيع احد ان يتأكد ان الاختلافات في الرطوبة من قياس الى آخر كانت حقيقية ولا ترجع الى اختلاف معين بين نقاط اخذ العيلاء .

اما أسلوب تخفيف " النيوترون " الذي استخدمناه منذ عام ١٩٦٣ فيتلانس كل هذه الثغرات والعيوب ، لان درجة رطوبة التربة تتحدد دائما في نفس الموقع كما ان مواسير العيلاء فور دفعها داخل التربة تستخدم طوال الوقت ، بحيث لا تضطرب التربة . وقد استخدمت انبوتان للوصول الى التربة في كل موقع ، الى جانب سعة قطع أخرى مكررة . وجدنا عطلنا في فصائل حولية موحدة ، وهي الشوفان البري ، واختربنا ستة انواع دائمة هي : حشائش القمح الطويلة ، والشعير ذو الابلع ، وحشائش أخرى من انواع مختلفة . ولحساب كمية المياه المستخدمة بالفعل بواسطة النباتات المختلفة كنا نأخذ في اعتبارنا التصريف الداخلي ، وبخر التربة السطحية . وكان التصريف الداخلي كبيرا ، وقد قلل من رطوبة التربة في منطقة الجذور ، ولكن ذلك لم يحدث الا عندما كانت عناصر الرطوبة في التربة عالية ، وخاصة خلال فترة الاسابيع الاربعة والمستبعد كل سيل او فيضان من الامطار .

وكان هذا الفاقد بسبب التصريف يعمل الى حوالي ٥٠ - ٨٠ ملليمتر اما بخسر التربة السطحية فلا يكاد يذكر ، مما أثار حيرتنا البالغة . ولم يكن يعمل الا الى حوالي ٢٤ ملليمتر طول مدة الشهر السبعة من ابريل حتى نوفمبر ١٩٦٤ ، ١١٩ مسم من فبراير حتى أغسطس ١٩٦٥ ، ومن ثم فانه يمكن افعال هذا العامل باستثناء الفترة القصيرة التي تشبع فيها التربة السطحية او سطح التربة بالرطوبة وبماء الامطار .

ولقد استطاعت النباتات التجريبية السبعة ان تصمد خلال مدة الجفاف ١٩٦١ - ١٩٦٢ ( ٥١ ملليمتر من الامطار ، وحدوث سيل مطري واحد ) وبلغ مجمل استخدام المياه ما بين ١٢٠ - ٢٣٠ ملليمتر بحيث استخدمت كل الرطوبة المتاحة للتربة خلفت مقدار ١٦٠ - ١٢٠ مسم من المياه في الساحة المقاسة ، وهي كمية تعادل ما بين ٥ - ٦ % من المياه على أساس قبلي الكثافة النوعية ونظرا لان نقطة الذبول كما تتحدد في اختبار عباد الشمس تكون عند نسبة ٨ % ( = ٢٥٠ مسم ) فمن الواضح ان مخلفات

المياه لا تكفي للنباتات ، فالشعير ذو الابلع فقط ذو الجذور الضحلة والنضج المبكر هو الذي خلف رطوبة غير مستغلة مقدارها ٣٠ مسم وخلال موسم الجفاف الشديد عام ١٩٦٢ - ١٩٦٣ ( ٢٥٦ مسم من مياه الامطار ، وحدوث سيل مطري محدود ) استغلت النباتات ٢٠ - ١٠٠ مسم من مياه سيل الامطار ، وفي نفس الوقت حدثت فترة نموها ما بين ثمانية الى عشرة اسابيع . وقد توقف النمو ، ولم يكن الناتج كثيرا ، لكن كل الانواع والفصائل عاشت بوفهم القحط الشديد . وخلال عام ١٩٦٣ - ١٩٦٤ ( ١٥٢٧ مسم من المطر وحدوث سيل مطري مرتين ) عام ١٩٦٤ - ١٩٦٥ ( ١٤٠٧ مسم من الامطار وحدوث سيل مطري خمس مرات ) تشبعت التربة بالمياه بآدى من الحد المحدد بالقياس ، واستغلت حشائش القمح والحشائش الأخرى حوالي ٣٠٠ مسم في السنة الاولى ، ٤٢٠ - ٥٣٠ مسم في السنة الثانية . اما الحشائش الأخرى التي هي اعلى جذورا فقد استغلت ٣٤٠ مسم ، ٥٨٠ مسم على التوالي . وفي كلتا السنتين خلفت النباتات حوالي ٢٥٠ مسم من الرطوبة الباقية في التربة منها ٢٠ مسم - ٨٠ مسم من المياه المتاحة .

وعند حساب المياه المستخدمة تبعنا لطبقات التربة ، تبين انها متشابهة بالنسبة لكل الفصائل والانواع خلال عامي ( ١٩٦١ - ١٩٦٢ ) و ( ١٩٦٢ - ١٩٦٣ ) حين تشبع الارض بالمسيل حتى عمق ١٢٠ و ٦٠ سمعرا على التوالي . وفي السنوات ذات المطر الاغزر كانت الاختلافات بين الانواع أكثر وضوحا ، فالشوفان البري ذو الجذور الضحلة والشعير ذو الابلع لا تستغل أكثر من ١٢٠ سم من سطح التربة ، على حين ان الحشائش الأخرى كانت تستخدم كل الطبقات . ومعنى ذلك انه كلما ازدهر عمق الطبقة تأخر تسرب المياه وازداد بطء معدل استخدام المياه ، لكن الحشائش عميقة الجذور كانت تستغل كل الطبقات حتى ٢١٠ سم وبالمعدل ذاته . ولقد أكدنا العيلاء العشوائية لهذه النباتات ان تجربة واحدة من التجارب السبعة للفصائل هي التي استغلت المياه من طبقة التربة التي يبلغ سمكها ٢١٠ - ٢٢٠ سم .

وعند حساب متوسط البخر اليومي ، تبين ان المعدل منخفض للغاية ( ١ - ٢ مسم في اليوم ) خلال عام ١٩٦١ - ١٩٦٢ ويمكن السرف في ذلك الغطاء النباتي الشحيح خلال فترة تشبع التربة بدرجة عالية من الرطوبة والجفاف النسبي من التربة حين بدأت النباتات في النمو . وفي صيف ١٩٦٢ - ١٩٦٣ بعد جمع النباتات وحفظها كانت نسبة البخر للنباتات الحولية الخاملة تقاس بأقل من نسبة ( ٠.٣ - ٠.٣ مسم ) في اليوم على حين كانت النسبة صفرا من مايو الى ديسمبر بالنسبة للشوفان البري الحولي ، وهي حقيقة مدعومة تدل على انه حتى خلال فترة سبات النباتات وبالرغم من حالته



الجفاف التامة للاعشاب فان جذور وسيقان نباتات الرعي الحولية الدائمة تمتص الرطوبة  
برشاش وفاعلية من التربة.

وتتيح لنا مقارنة نتائج المحاصيل واستهلاك المياه لاختلاف أنواع النباتات  
ان تحكم - الى حد ما - على مدى الكفاءة في استغلال المياه بواسطة كل نبات من  
النباتات . اما ارقام المحاصيل واستخدام المياه واحتياجات المياه ( كيلوجرامات من  
المادة الجافة المنتجة من كل متر مكعب من المياه ) فهي اقل بالنسبة للنباتات  
السبعة عام ١٩٦٣ - ١٩٦٤ منها في عام ١٩٦٤ - ١٩٦٥ . ونظرا لانه في  
بداية الموسم الزراعي كانت نسبة رطوبة التربة واحدة ، فان انخفاض النتائج  
وانخفاض فعاليتها استخدام المياه عام ١٩٦٣ - ١٩٦٤ ليست الا نتيجة تبعية  
لسنوات الجفاف . وكانت كل النباتات تقاوم الجفاف الى حد كبير ، لانها عاشت فترة  
٢٤ شهرا ما بين ديسمبر ١٩٦١ وديسمبر ١٩٦٣ ، لم يحدث خلالها الا سبيل  
طفيف ، ولم يسقط الا ( ٤١ ) ملميمترا من الامطار في شكل رياح خفيفة غير فعالة .  
ولكن بالرغم من ذلك اثر الجفاف في التفاعلات الفسيولوجية وكانت تحتاج الى موسم  
زراعي واحد حتى تستعيد حالتها الاولى .

ويمكن ترتيب النباتات تبعا لاحتياجات المياه في ثلاث مجموعات وكان الشوفان  
البري هو اكثر النباتات استهلاكا للمياه ، بحيث ينتج ٢٦٥ كجم من المادة الجافة  
لكل متر مكعب من الماء المستهلك . اما الشعير والابصال والحشائش الكبيرة  
الازهار فكانت اقل الانواع استهلاكا للمياه ( ٦٠ كجم / م<sup>٣</sup> ) على حين كانت كل انواع  
الحشائش الاخرى ذات استهلاك متوسط . ويؤكد الانتاج العالي نسبيا الاستخدام  
الفعال للمياه لبعض نباتات الرعي التي خضعت للبحث في ظل ظروف الجفاف الشديد  
ان الزراعة المطرية اي التي على التصريف المطري وسيلة فعالة وممكنة التطبيق لتحسين  
النطاق الصحراوي .

## الفصل الرابع عشر

### النتائج الزراعية

#### اشجار الفاكهة

كان القوار بارشا بساتين في تجربتنا الزراعية التي تعتمد على التصريف المطري  
ينقسم بالمجازفة وخاصة ان البستان سوف يحتاج الى سبع سنوات - على الاقل - من  
الملاحظة قبل الحصول على نتائج كاف لتجربتي نتائج يمكن الاعتناء عليها . فضلا عن ذلك  
ففي السنوات الاولى تحتاج الشجرات الصغرى الى قدر من المياه اقل مما تحتاج اليه  
الشجرات القديمة الكبيرة ، لان تكوين جذورها لا يكون قد اكتمل اكتملا تاما ، ولا يمكن  
ان تعرف ما اذا كانت الشجرات تتأثر من نقص المياه الا بعد ان تكون قد بلغت مرحلة  
النضج .

ولكن بسبب اشجار الفاكهة التي ورد ذكرها في برديات ( زيتونا ) ومجموعة  
اشجار الفاكهة التابعة لمطقة ( شفتاه ) التي ورد ذكرها في التوراة ، مثل الاعشاب  
والتين والورمان ، والزيتون - بسبب ذلك احسنا انه لا بد ان نزرع بستانا وشجريا  
على المضى في هذا الاتجاه تقرير سانت جيروم ( ٣٤٠ - ٣٢٠ م ) انه كان ينتج في منطقة  
( خالوتزا ) نبيذا ممتازا ، فضلا عن عشرات معاصر النبيذ التي اكتشفناها في مدونتي  
عبدات ( و شفتاه ) القديمة بختين والقرب منها .

ولقد قسمت تجربة البستان بين مزرعتين : مزرعة ( شفتاه ) ومزرعة ( عبدات )  
في منطقة ( شفتاه ) ارض المصاطب غير المستوية الى حد وث سبيل طبيعية عريضة اثرت على  
الاشجار ، اما في عبدات فان قطع الارض المستوية بعناية ، وزغام التوزيع القريب  
مما ساعدنا على التحكم في كميات المياه التي تتلقاها الاشجار . ومن ثم فان معظم  
الملاحظات العلمية ، مثل الربط بين نتائج المحاصيل وبين استغلال المياه وموسم  
الجدع قد اجريت في منطقة عبدات ، اما في ( شفتاه ) فلم تكن نستطيع ان نلاحظ



سوى الظاهر المناخية المتعلقة بدورة المياه أى التطور العام ، وتاج اشجار الفاكهة .

لقد كان البستان فى منطقة ( شفتاء ) يمثل أهمية خاصة لأنه كان يتعرض لظروف السيول التى هى أقرب شبيها بظروف الزراعة القديمة من العمل الهندسى رفيع المستوى الذى تم فى عبادات كما أن الاشجار التى نجحت اعظم نجاح فى منطقة ( شفتاء ) هى التى ورد ذكرها فى التوراة والبرديات ، مثل : التين ، والاعناب والرمان والزيتون ، وأن أضفنا الى ذلك الخروب . وبعد سبع سنوات وصلت احدى شجرات الخروب التى زرعنا فى منتصف المزرعة الى ارتفاع ٦٥٠ مترا والى ١٢٠ متر فى محيط الجذع ، وتفوقنا على اشجار اللوز والخوخ والشمش المجاورة .

وفى منطقة ( شفتاء ) وجدنا أن شجر الخروب يتعمش ويتفرع طوال العام حتى خلال فصل الجفاف الذى استمر طوال عام ١٩٦٢ - ١٩٦٣ ، فقد ظلت الاشجار خضراء واحتفظت بثمارها . وبالرغم من ذلك حيث تأخر لاحق للجفاف بين يناير وفبراير ١٩٦٤ ، حين سقطت الاشجار معظم أوراقها ، وهو دليل على الاجتهاد الشديد فى الفعائل القائمة الخضرة . لكن هذه الظروف كانت عرضية ومؤقتة . واستعدادا لاشجار حالتها تماما فى فصل الربيع التالى ، وازاد ارتفاعها الآن على خمسة امتار ، وبدأ انتاج الفواكه فى التحسن .

اما اشجار التين فقد اظهرت تطورا طريفا ، وفى السنوات الاولى تعرضت لظروف قاسية من الجفاف ، لكنها بالرغم من ذلك تطورت ونمت طيبا . وخلال فترة الجفاف الشديد هاجم السوس اوراق الشجر التالفة ، مما ادى الى تساقط الاوراق قبل الاوان ، لكن استعداد الحالة الطبيعية كانت سريعة . وفى عام ١٩٦٥ ، اضطررنا ازاا وفرة انتاج التين الذى لم نستطع نحن او احد قاربنا او اقاربنا استهلاكه - اضطررنا ان نجري تجارب لتجفيف الفواكه بأكثر من طريقة ، ونجحنا التجارب نجاحا باهرا . اما اشجار الزيتون فهى تنمو طيبا ، وأن كانت قد وصلت الى ارتفاع ٣٤٤ امتار ، وثمرها طيب ، واستمرت على خلاف معظم الاشجار الاخرى فى النمو حتى خلال سنوات الجفاف ، وبدأت منذ فترة وجيزة تطرح ثمراتها الاولى .

اما اشجار الرمان فهى تتلاءم بشكل مثالى مع الظروف التى زرعتها فى ظلها

وهذه الانواع تقاوم الجفاف والاملاح ، ولقد نمت الاشجار نمو طيبا ، وأن كانت قد تعرضت لبعض الشىء لظاهرة التظاف الاوراق بسبب نقص العناصر الاستشفافية ( الاشعاعية ) ثم استعادت حالتها بعد التسميد الغزير .

ولم تتأثر اشجار اللوز بسنوات الجفاف الا بقدر طفيف جدا ، وكان نموها طيبا للغاية ، ووصلت الى ارتفاع ٣٥ امتار ، ولا وجه للمقارنة بين انتاجها وبين الانتاج فى ( عبادات ) وبمرور ذلك على الأرجح الى صعود التعليم .

اما البستان فى ( عبادات ) فيشمل ٢٦ هكتار ، ومن ثم فهو أكبر من حجم البستان فى منطقة ( شفتاء ) ثلاث مرات أو أربع وأربع الاشجار والشجيرات فى ( شفتاء ) هى الخوخ والشمش واللوز والتوت . وعلى العكس من ( شفتاء ) حيث تأثرت اشجار الخوخ تأثرا شديدا بالجفاف نمت اشجار خوخ بستان عبادات نمو طيبا .

اما كرمات العنب فى منطقة ( شفتاء ) فقد نمت نمو ناجحا ، وازيدت محصولا وفيرا عامي ١٩٦٥ ، ١٩٦٦ حصلنا منه على انواع ممتازة من الزبيب ، وخلال العام الاول واجهنا صعوبة فى زراعة اشجار العنب ، وأن كانت قد نمت وتفرعت طيبا بعد .

وكانت اشجار الشمش بشكل عام تنمو نمو طيبا ، وكانت هناك فعائل متنوعة تختلف - الى حد كبير - من ناحية انتاجها عن الانواع الاربعة المزروعة فى ( عبادات ) والتى اعطت ثلاثة انواع منها أفضل النتائج . وقد نمت اشجار اللوز نمو طيبا واعطت محصولا رائعا . وقد تروى لنا فى زراعة اشجار التوت ، ثم زرعتها على مضغ ، لأنها كانت تمثل الانواع الوحيدة التى جربت فى المزرعتين ، التى لا تستغل استفلا لا واسعا فى اسرائيل ، ولم تكن لدينا آمال كبيرة فى النجاح . ولكن دهشتنا كانت كبيرة فقد نجحت الزراعة ، واعطتنا نتائج طيبة . كما أن نجاح زراعة التفاح بعد سنوات الجفاف منحتنا الامل فى تحقيق محاصيل طيبة فى المستقبل .

ولقد زرعنا اشجار الفستق فى موعد متأخر عن معظم الاشجار ، ومع الزراعة يبطئ شديد خلال العامين الاولين ، ولم تبدأ الا عام ١٩٦٦ فى تحقيق نمو طيب . وهذا فال حسن للمستقبل . وبدون الاشجار تتلاءم كل الملائمة مع البيئة الجافة ، كما كنا نأمل من قبل حيث تنمو فعائل مشابهة نمو برابا فى منطقة الرقب .



وكانت النتائج التي تحققت من زراعة البرقوق الكزرى ( القراصيا ) أفضل من نتائج البرقوق العادى ، اذ كانت نتائج نمو الاخير غير مرضية على الاطلاق .

ومنذ لحظة الزراعة تتبعنا بكل دقة تطور جميع الاشجار فى عيادات ، ولا حظنا سلوك الظواهر المناخية المتصلة بدورة حياتها ، وكنا نقيس ارتفاعها بانتظام ، وأحصينا عدد الفروع الجديدة ، على اننا فشلنا فى البداية فى العثور على مؤشر يتيح لنا ان نقيس نشاط الاشجار بموضعية وسهولة . وفى عام ١٩٦٣ بدأنا فى مزرعة ( عيادات ) استخدام مقياس اشجار مصمم خصيصا لذلك ومن هذا الوقت بدأنا بعملية القياس على فترات منتظمة لعرض جذوع الاشجار حتى درجة ١٠ ر . بالمليمتر فى نفس المواضع المحددة عند مستوى ( ٢٠ - ٣٠ سنتيمترا ) فوق سطح الارض . وهذه القياسات التى تعد مؤشرا دقيقا وحساسا للاشجار أتاحت لنا استخلاص بعض النتائج الهامة .

ومن الواضح ان الاختلاف الاساس بين الانوع والفصائل ليس هو الحد الاقصى لمعدل النمو الذى يتحقق كل عام بل الفترة الزمنية التى يبقى فيها هذا المعدل وطول مدة الزراعة السنوية . وتوجد المقارنة من نمو شجرة اللوز وشجرة الخوخ خلال عام ١٩٦٤ هذه الحقيقة بوضوح . لقد كان المعدل الاقصى للشجرتين متشابها لكن شجرة اللوز كانت تنمو بهذا المعدل من شهر مايو حتى شهر أغسطس ، أما شجرة الخوخ فكانت تنمو بالمعدل نفسه من يونيو الى أغسطس . وكان نمو شجرة اللوز يستمر من أوائل فبراير حتى منتصف أكتوبر ، ونمو شجرة الخوخ من أواخر مارس حتى منتصف أكتوبر . وتدل المعدلات القصوى المحققة لنمو الاشجار خلال ذلك العام فهى ليست الا اجزاء طفيفة بالنسبة للعامين التالبيين ، كما ان فترة النمو كانت قصيرة للغاية . ولم يتم بعض الاشجار على الاطلاق . وفى عام ١٩٦٤ كانت فترة النمو لجميع الاشجار أقصر بكثير ، وبلغت ذروتها او معدلها الاقصى بعد عام ١٩٦٥ . وتدل الحنيات على ان اشجار اللوز والمشمش قد ازخفت فى معدلها الاقصى فى النمو عام ١٩٦٤ مقابل عام ١٩٦٥ وتوحى هذه الحقائق بأن عام الجفاف لان عام ١٩٦٤ كان عاما مؤتيا للنمو - على الاقل - مثل عام ١٩٦٥ وقد احتاجت معظم الاشجار الى عام كامل لاستعادة حيوتها بعد الاثار الضارة لعام ١٩٦٣ . وتدل مقارنة معدلات النمو القصوى على أنه خلال كل السنوات ومنها عام الجفاف ١٩٦٣ اتسمت اشجار اللوز بأعلى معدلات

النمو ، وبلغت ذروة نموها فى وقت مبكر ، واستغرقت اطول فترة نمو . وتشمل اشجار المشمش المركز الثانى ، والبرقوق المركز الاخير . اما الاختلاف بين اشجار الخوخ والتفاح والكرز فلم تكن واضحة او بارزة .

والى جانب هذه النتائج العامة ساعدتنا نتائج مقياس الاشجار على تجميع معلومات محدودة عن انماط النمو للانوع التى تنس لفصائل واحدة .

#### اشجار اللوز :

كانت هذه الاشجار هى الاولى فى الازهار واخراج البراعم ، وكان لها أعلى معدل وأطول مدة فى النمو ، وهى آخر الاشجار فى اسقاط اوراقها ، وفى بعض الاحيان تبقى الاوراق القليلة حتى تظهر البراعم الجديدة ، كما ان معدل النمو وزيادة النمو السنوى للفصائل الجديدة من الظواهر المميزة لظروفنا القاحلة . وحتى فى عام ١٩٦٣ اتسمت اشجار اللوز نموها كبيرا ، وبلغت معدلا عاليا نسبيا ، على حين لم تكد الاشجار الاخرى تنمو على الاطلاق .

#### اشجار المشمش :

بلغت بعض انواعها أعلى معدلات للنمو ، تماثل معدلات اشجار اللوز ، وان كانت مدة نموها أقل أو أقصر زمنا . ولقد لاحظنا الاختلافات الواضحة بين اشجار نفس الفصائل ومن نفس العمر حيث تنمو فى اجزاء مختلفة من البستان . وفى عام ١٩٦٥ بلغت ثلاث اشجار فى الجزء الايمن من البستان قطرا متوسط حجمه ٢٦ سم ، على حين لم تبلغ ثلاث اشجار اخرى فى بقية البستان فى حجم قطرها ٤٤ سم ، والمؤكد ان هذا الاختلاف يربط عن الاختلاف فى ظروف المياه بين الموقعين .

#### اشجار الخوخ :

وصلت نمائل اشجار الخوخ الطمعة فوق جذوع اشجار اللوز الى أعلى معدل للنمو ، وحققت نموا سنويا كبيرا خلال مدة نمو طويلة تفوق نمو اشجار الطمعة فوق اشجار المشمش او الخوخ . اما ميزة اشجار اللوز على الجذوع الاخرى فكانت شديدة الوضوح خلال موسم الجفاف ١٩٦٣ .

#### اشجار التفاح :

وهى آخر شجرة فى ظهور البراعم والازهار ( من اواخر ابريل حتى اوائل مايو )



وهو عيب مؤلم . ونظرا لاننا استطعنا التحكم في توزيع مياه السيول في معظم مساحة البساتين فقد هيات لنا مزرعة ( عباء ) فرصة متازة لدراسة استغلال الاشجار للمياه ولتحقيق هذه الغاية استخدمنا أسلوب تجفيف ( النيوترون ) لقياس رطوبة التربة خلال الموسم معشرين مأسوة توصيل موضوعة في أربع وأثر ذات مركز واحد حول الاشجار ولقد حال هذا الأسلوب عن تلف جذور الاشجار . كما ساعدنا على تتبع نمو الجذور لان نقص الرطوبة في أي منطقة يدل على وجود الجذور في تلك المنطقة . اما قياس ( النيوترون ) لتحديد درجة الرطوبة فقد كانت تتم على مسافات ذات عمق ( ٣٠ ) سم تبدأ من ( ١٥ ) سم من سطح التربة حتى عمق ( ١٦٥ ) سم وقد اخترنا ثلاث اشجار خوخ وثلاث اشجار مشمش للدراسة . وزعت الاشجار في مساحة تبلغ ٥ × ٢ متر داخل أحواض دائرية عمقها ١٥ سم . وقطرها ١٣ متر . وكان الحوض يجمع كمية من المياه من قناة التوصيل أثناء السيول الصغيرة . كما فضا كذلك بقياس نمو جذوع هذه الاشجار بقياس الاشجار كل اسبوع او كل اسبوعين . وحساب استغلال الاشجار للرطوبة أخذنا في اعتبارنا التصريف الداخلي . وبخر سطح التربة غير المؤثر . على نحو ما وصفنا في الفصل الثالث عشر . بالنسبة لتجارب نباتات الرعي .

وخلال فترة استنزاف الرطوبة كان الاستنزاف تحت شجرة المشمش الواحدة ١١٤٤٥ لتر عام ١٩٦٤ ، ٧٤٥ ر ١٦٣٥٩ لتر ، ١١٣٥٩ لتر على التوالي . ويمكن تقسيم كل فترة الى فترتين فرعيتين او ثابنتين . وهي أكثر وضوحا في حالة اشجار المشمش منها في اشجار الخوخ وهما : ( ١ ) الفترة الخاملة من آخر الامتلاء بواسطة السيول حتى بداية الازهار . وهي فترة قادمة استنزاف للمياه والنمو ( ٢ ) فترة النشاط من بداية الازهار حتى فترة نقص نمو الجذع .

وفي نهاية الصيف ينتهي نمو الجذع . وتسقط الاشجار اوراقها . ويتناقص استنزاف المياه بسرعة . وتبدأ فترة السبات أو الخمول . وفي عام ١٩٦٤ انتهت فترة الخمول حوالي ٤ من مارس . وتستنزف رطوبة التربة تحت اشجار المشمش والخبخ خلال فترة السبات والخمول بمقدار ١٢٣١ لتر ، ١٧٩٩ لتر على التوالي ولما كان استنزاف الرطوبة يأتي من الطبقات الدنيا . فبذلك وان ذلك يره الى امتصاص بواسطة الجذور ومن ثم ففترة الخمول حتى خلال فترة الخمول تحتاج اذ اشجار الرعي المياه . ويمكن نقص المياه على فترة النمو في المستقبل . وتلك ملاحظة هامة لان اشجار المشمش والخبخ ينتفخانها ( خاملة ) او في مرحلة السبات خلال فترة الخمول . ومن يكون النمو

في احدى سنواته . كما لا توجد اي اوراق . وقد تم متوسط استنزاف الرطوبة خلال فترة النشاط عام ١٩٦٤ ( ١٠٢٤٠ لتر ) لاشجار المشمش ، ٦٨٤٦ لتر لاشجار الخوخ ( بمتوسط ٤٢٦ ، ٢٧٨ لتر في اليوم . وخلال فترة النشاط عام ١٩٦٥ منذ ١٥ مارس تقريبا تناقصت عملية الاستنزاف للرطوبة تحت اشجار المشمش الى ١٠٠٠ لتر وظهـرت زيادة الى ١٣٥٧ لتر تحت اشجار الخوخ . اما خلال فترة الخمول عام ١٩٦٥ فقد بلغ استنزاف الرطوبة تحت اشجار المشمش ٢٤٥ لتر وتحت اشجار المشمش ٢٠٠٢ لتر .

وقد قسم استنزاف الرطوبة الى ثلاثة اقسام من حيث الكثافة يمكن ان تحدد نمو الجذور وتوزيعها بهذه الطريقة . وهذه الاقسام الثلاثة هي : أكثر من ٨١٨ % من الرطوبة المتاحة ( ما يعادل ٤٥ سم من المياه ) ( ٢ ) بين ٦٣٣ % و ٨١٨ % من الرطوبة المتاحة ( ما يعادل ٣٥ - ٤٥ سم من المياه ) ( ٣ ) أقل من ٦٣٣ % وخلال عام ١٩٦٤ ( اي في العام الثالث من النمو ) حدث اكثف استنزاف للرطوبة تحت اشجار الخوخ في كل طبقات الاسطوانة الوسطى . وفي عدة طبقات من الحلقة الاولى . وهذه الحقيقة تدل على جذور فقيرة في النمو . بسبب فترات الجفاف السابقة على الارجح . كما ان نمط سحب وامتصاص الرطوبة في العام التالي يدل على النمو الكثيف للجذور في الاسطوانة الوسطى كلها . وفي الحلقة الاولى و اجزاء الحلقة الثانية . ونلاحظ الاستنزاف المتوسط للرطوبة في معظم الاجزاء الباقية من حجم التربة بما يدل على النمو الافقي والرأس للجذور .

اما نمط نمو الجذور في اشجار المشمش فيدل على انه في عام ١٩٦٤ كان نمو الجذور تخترق الاسطوانة الوسطى كلها والحلقة الاولى ومعظم الحلقة الثانية وجزء من الحلقة الثالثة . وكذلك نجد ان نمط نمو الجذور عام ١٩٦٥ كان مشابها . ويبدو ان نمو الجذور العليا في اشجار المشمش يدل على قدرتها الكبيرة على الصمود لفترات الجفاف .

وتدل هذه الارقام الخاصة بالاستغلال السنوي للمياه على ان المتوسط السنوي للنوعين خلال عامين متصلين يعادل ( ٢٧٠٠ متر مكعب ) من المياه للهكتار الواحد ( وهذه الفائدة بسبب البخر والصرف ) . ان استغلال الاشجار الحقيقي للمياه يقدر بما يقل بحوالي ٢٥ % عن هذا القدر . فالبساتين التجارية أضيق في مسافاتنا من ذلك وهي طبقا لتلك الارقام لا تحتاج لأكثر من ٣٠٠٠ - ٤٠٠٠ متر مكعب من مياه السرى



للهاكتار الواحد . وإذا افترضنا نسبة عكسية من استنزاف الرطوبة للمسافة المخصصة لكل شجرة فلا بد أن استغلال الرطوبة ٣٦٠٠ متر مكعب للهاكتار إذا كنا سوف نستخدم نفس المسافات المتبعة في منطقة (عبداء) .

بيد أنه في منطقة بئر سبع تفد كمية مياه الري المتاحة للأشجار من نفس عمس أشجار منطقة عبداء تفد بحوالى (٧٠٠٠) متر مكعب للهاكتار لأشجار الخوخ و (٥٥٠٠) متر مكعب من المياه لأشجار المشمش وهذا يدفعنا إلى أن نتساءل عما إذا كان أشجارنا في منطقة (عبداء) تحتاج لكميات أقل من المياه ، أو أن المزارعين يسرفون في استخدام مياه الري .

لقد دلت التجارب في كل أنحاء العالم على أن المزارعين يسرفون دائماً في استخدام مياه الري .

## الفصل الخامس عشر

### مجمعات مياه الأمطار الصغرى

يعتبر " يوثيل دى انجليس " مستشارنا الزراعى في كل الامور المتصلة بأشجار الفواكه والمحاصيل الحقلية والخضروات - من بين مؤسسى مستعمرة " ريفيفيم " وهى مستعمرة (كيبوتز) تقع في السهل الشمالى الغربى للزقب وذات ظروف مناخية وأمطار مشابهة للظروف السائدة في مزرعة (شيفتا) . وكانت المستعمرة في أيامها الاولى تقسم بأجراً تجربة كان قد اقترحها " جوزيف ويتز " مدير الصندوق القومى اليهودى الذى شاهد عظيم مثلاً في شمالى افريقيا ، وكانت الفكرة تدور حول استخدام مياه التصريف المطرى لزراعة الأشجار ، بطريقة تجعل لكل شجرة منطقة صغيرة لتجميع المياه الخاصة بها ، لكن عدل عن التجربة لاكثر من سبب قبل أن تعطى نتائج ايجابية أو سلبية . وفي عام ١٩٦١ طالبتنا ( يوثيل دى انجليس ) بتنظيم أراضى التجارب فى عبداء لتكرار التجربة ، وراق لنا هذا الاقتراح .

وكانت دراستنا الاولى عن تجميع المياه ( الفصل التاسع ) قد دلتنا على انه فى ظل ظروف الجفاف في أماكن محددة يزداد الانتاج النسبى للمياه كلما صغر حجم مجمع المياه بمعدل كل وحدة مساحة سطحية ، وإذا استطعنا العثور على الحجم الأمثل للمجمعات المائية الصغرى لكل شجرة أو شجيرة ، فأننا بذلك نحقق درجة أعلى من الكفاءة لاستغلال مياه التصريف المطرى ، كما أن الطريقة سوف تؤدى في الوقت نفسه إلى مساعدة المزارع لاستخدام مناطق سطحية واسعة لتتلاءم عادة مع مزارع التصريف المطرى ومن المزايا الكبيرة كذلك للمجمعات المائية الصغرى في مزارع التصريف المطرى انخفاض تكلفة انشائها وصيانتها .

وفي عام ١٩٦١ اخترنا للتجربة مساحة من الارض تفد بكميلومتر واحد غرب مزرعة (عبداء) تتألف من ١٧٢٥ هكتار أضفنا إليها عام ١٩٦٣ مساحة قدرها ٧٢٥ هكتار وتشكل الارض جزءاً من السهل العظمى ، وهى ذات انحدار طفيف بقدر بحوالى ١ % ، وكانت التربة الضحلة على درجة من الطوحي ، وتكونها من الحصا والحصى .



كان اختيار التربة مقصودا كنموذج للسهول الطفلية في هضاب النقب ، ~~عسل~~ النقيض من السهول الطفلية الواسعة للمنطقة السطحية والتربة الطفلية العميقة ذات التصريف الجيد وغير المالحة في المنخفضات والودية الصغيرة التي تقع بداخلها المزارع . ولقد اتاح لنا ذلك فرصة لتبيين درجة غسل السيول للملاح ، ونوع النباتات المزروعة التي تستطيع مقاومة درجة عالية من الملوحة . وباستثناء الطبقة العليا كان التفاوت كبيرا جدا في مقدار اجمالي الملاح المذابة (٢٠٠-٢٠٠٪) وفي مقدار الكلورين (٢٠٠-١٣٠٪) لقد كان اجمالي محتوى الملاح المذابة للتربة ١٠٢٪ وكان الجير في كل الطبقات ، وكان عنصر الجير حاليا في كل الاعماق (٢٧-٥٥٪) .

قسنا المنطقة الى ١١٢ مجمعا مائيا صغيرا يتراوح حجمها من ١٠/١ هكتار (١٠٠٠ متر مربع) الى ٦٤٠/١ هكتار (١٥٦٦) واستخدمنا محراثا صغيرا لرفع حد خارجي ارتفاعه من (١٥-٢٠ سم) حول كل قطعة أرض .

ولجمع مياه التصريف المطري ، قمنا بحفر حوض مربع عند ادنى نقطة لكل مجمع مياه صغير ، وجعلناه على شكل هرم مسطح مقلوب لضمان تدفق المياه الى نقطة المنتصف وكان حجم كل حوض يتلاءم مع انتاج المياه المتوقع من كل مجمع مياه صغير ، ووزعت الاشجار والشجيرات عند ادنى نقطة من كل حوض ، ولم تكن مياه التصريف المطري تستطيع الدخول من الخارج .

ومن المجمعات المائية الصغيرة لم تكن مصممة للحصول على معلومات مائية (هيدروولوجية) فقد قمنا بقياس تقريبي لحجم مياه التصريف المطري لبعض الامطار من كل مجمع مائي صغير ، بملاحظة العلامات المائية في اعراض التجميع بعد الامطار الغزيرة . ونورد هنا مثلا واحدا : ان انتاج قطعة أرض مساحتها (٢٥٠٠) لكميات هائلة من التصريف المطري ، وانتاج القطع الصغرى كميات اقل دفعنا الى ان نستنتج ان هناك حجما امثل للتصريف المطري الاقصى . وقصارى القول : حين ينخفض حجم قطعة الارض عن الحد الامثل ، فان كمية التصريف المطري تنخفض ، ولعل هذا من تأثير الحواجز الخارجية ، فعند اقامة الحدود والحواجز ، وضعت شقوق واخاديد لمنع المياه المجمعة فيها من الوصول الى اعراض التجميع ، حتى يزداد التخزين الطفيف في هذه المنخفضات الصناعية مع تناقص تلك القطع في الحجم . وبالرغم من ذلك فان النسبة المؤدية للتصريف المطري (٢٧-٤١٪) لمجمع المياه الصغير كانت اعلى من النسبة

التي تتلقاها مساحة منطقة تجميع المياه كلها في الغزيرة (١٤٪) ولقد ثبتت هذه الحقيقة بالنسبة لساكنات المطار .

وفي ضوء مثل هذه النتائج الهامة ، قررنا قياس تصريف امطار المجمعات المائية الصغيرة على نحو ادق . فخلال صيف ١٩٦٢ قمنا بقطعتين من الارض ، لكل منهما مساحات تجميع مياه متساوية ٢٠ م<sup>٢</sup> وتصريف داخل براميل من الاسبتوس الاسفني مسعتها ٣٠٠ لتر ( لتفاصيل الارشاد راجع وصف قطع الاراضى الكبيرة للتصريف المطري الواردة في الفصل التاسع ) ولقد اخرجنا النتائج .

لقد اُنْتُجِت قطع اراضى التصريف المطري الصغيرة نسبة مئوية اعلى بكثير من مياه التصريف المطري تزيد على قطع قياس التصريف التي تقدر مساحتها بحوالي ٨٠ م<sup>٢</sup> بالقرب من الغزيرة . ففي موسم ١٩٦٢ - ١٩٦٨ على سبيل المثال : انتجت مايعادل ثلاثة اثال التصريف المطري لقطع اراضى الغزيرة . لقد هبت بالتحديد عاصفة مطرية حيث كانت نسبة انتاج مياه التصريف المطري لقطع اراضى المجمعات المائية ١٠٠٪ ، لأن السطح كان لا يزال مشبعاً بالرطوبة من المطر السابق . واذا قمنا بتوسط التصريف المطري السنوى من منطقة تجميع المياه في الغزيرة بالتوسط من المجمعات المائية لختلف الاراضى - تبين لنا ان الفارق كبير لان متوسط التصريف المطري من سبعة مجمعات مائية صغيرة اقل من نسبة ١٠٪ ومتوسط المجمعات الصغرى من ٤٥٪ الى ٥٠٪ ان المقارنة بين المجمعات المطرية للغزيرة والمجمعات المائية الصغرى تشير نقطة هامة اخرى . ان الامطار الخفيفة وغير المؤثرة في انتاج مياه تصريف مطري في الغزيرة كانت ذات تأثير وفاعلية في المجمعات المائية الصغرى . وفي عام ١٩٦٢/٦٦ على سبيل المثال تعرضنا لسيل متدفق على الغزيرة ، وشامية سيول على مختلف المجمعات المائية الصغيرة من مختلف الاحجام .

وقد نالت تجارب ملوحة التربة التي اجريت كل عام ابتداءً من ١٩٦١ الى ١٩٦٢ على انها خلال السنوات العديدة انخفضت انخفاضاً كبيراً في التربة كلها في المجمعات المائية الصغرى من مختلف الاحجام ، بل بلغت بالفعل نقطة لم تعد تشل فيها خطراً محققاً على نحو الحاصلات ذات الحساسية المتوسطة للملاح . وكان ترشيح قطع مساحات الارض الصغرى (٦٢٥ ، ٣١٢ م<sup>٢</sup>) ابطأ منه في قطع الارض الكبرى ، وهى نتيجة متوقعة ، لان الكميات المطلقة للتصريف المطري التي تصل الى اعراض الاشجار للقطع الكبيرة تزيد اربعة وخمسة اثال على الكميات التي تتلقاها القطع الصغيرة .



أما الأشجار والشجيرات التي زرعت في أراضي التجميع فكانت أشجار الرمان ، والاعناب  
والشمش ، واللوز والخروب ، والزيتون ، وشجيرة الملح . وهذه الشجرة الأخيرة مسن  
النباتات الرعوية شديدة المقاومة للملاح ، وقد احتفظنا بها للأراضي التي تبلغ مساحتها  
١٦ - ٢٥٠ م<sup>٢</sup> ووضعنا أشجار الفواكه في الأراضي التي تبلغ مساحتها من ١٢٥ إلى  
١٠٠٠ م<sup>٢</sup> وفي وقت الزراعة ، ولضمان تثبيته الأشجار ، حصلت كل شجرة على ( ١٨٠ -  
٢٠٠ ) لتر من المياه على مرتين أو على دفعتين ، لكن شجرة الملح لم تتلق أي مياه  
رى إضافية وقت الزراعة أو بعد ذلك . ولقد قمنا بتسديد القطع بسداد عضوي ، وفطيرها  
بالقش . وقد وجدنا جذور الاعناب غير المطعمة بأصناف أخرى مزرقة ، وبور ذلك فسي  
الغالب إلى أن فصائل التطعيم لم تكن جيدة في مقاومتها للملاح . أما الأشجار  
والشجيرات الأخرى فقد نمت نموًا طيبًا ، وفشلت كذلك بعض أشجار الشمش في تعديق  
جذورها ، بخلاف الأنواع الأخرى التي غرس جذورها بشكل مدقول ، وكان نموها  
وأزدهارها خلال السنة الأولى طيبًا جدًا . وصادفت أول مشكلة لها في العام الثالث  
بعد أن كانت براعمها قد ازدهرت في الربيع ، ويرجع ذلك فيما يبدو إلى أن الجذور  
كانت قد بدأت في اختراق التربة نحو أعماق أبعد أي داخل طبقات من التربة أشد  
ملوحة . والنبات الوحيد الذي لم تبد عليه أي بوادر للتلف هو شجرة الملح .

أما أوراق شجرة الرمان وهي نبات مفروض أنه مقاوم للملوحة فقد تحولت إلى اللون  
الاصفر في موسم النمو الثاني ، وبعد المعالجة بمادة الحديد استعادت حيوتها  
وتحول لونها إلى اللون الطبيعي وظلت كذلك . أما أشجار الزيتون فقد كان معدل نموها  
في بادئ الأمر صغيرًا ، وبعد أن نفضت أوراقها عادت لها أوراقها مرة أخرى . وبعد  
موسم انتاج أول زيتون كبير لها في عام ١٩٦٨ وقد برهنت اصفرار أوراق الشمش فسي  
سقوطها على أن الملوحة ذات تأثير كبير عليها . لوحظت فروق واضحة بين نباتات العنبر  
الفرديّة . فتلكت التي زجحت في بادئ الأمر في التغلب على الصعوبات الأولى للتأقلم نمت  
نموًا جيدًا وكانت أوراقها وبراعمها وفيرة ، على حين كانت الأخرى أبطأ وتأخرت في الموسم  
الأول . وما زال الوقت مبكرًا لكن صدر حكمًا على مصير أشجار الخروب واللوز التي لم تنزرع  
إلا في عام ١٩٦٣ / ١٩٦٤ . ولكن لما كان متوسط ارتفاعها قد وصل إلى ١٧٠ متر في  
عام ١٩٦٨ ( في حين أن بداية ارتفاعها كانت نصف متر ) فهناك ما يجعلنا نعتقد  
أنها سوف تنمو بشكل طبيعي .

أما من جهة الأشجار فلا يمكن الإجابة على الأسئلة التي تناول أكبر حجم المجموعات

مياه الأمطار الصغرى أو عدد الأشجار التي يمكن غرسها في الهكتار الواحد ، وذلك  
لأن الأشجار لم تنتج بعد محصولًا كاملًا . ولكن نمط نموها يعطينا مؤشرًا معينًا . وليس  
سهل الشال : نذكر شجر الرمان فيبدو أن الفرق في معدل النمو والارتفاع للأشجار  
التي تمت في مجموعات مياه الأمطار الصغرى كان صغيرًا . فقد كان النمو في أصغر  
المجموعات طيبًا . كان ذلك لأن منطقة تجمع المياه الخاص بها كانت شجيرة الرمان ما  
يعني هذا أنه في ظل ظروف المطر والسيول السائدتين ( عداة ) يمكن أن نزرع ما بين  
( ٢٠ - ٤٠ ) شجرة رمان في الهكتار الواحد إذا استخدمنا طريقة المجموعات المائية  
الصغيرة ، وهذا يصدق على الأشجار الأخرى ، ولما كانت الكرمات شجيرات ، وليست  
أشجارًا ، فيمكن أن تستخدم معها مجموعات مائية أصغر مساحة ما بين ( ٨٠ - ١٠٠ % )  
في الهكتار الواحد .

ومن بين مجموعة نباتات المجموعات المائية الصغرى التي أجرينا عليها اختبارات  
كانت شجرة الملح هي الوحيدة التي زرعت دون مجمع مائي ( أي مجمع مائي درجته صفر )  
فوق السهل الطين الكشوف ، على أنه لم تعثر أي نباتات من النباتات التي زرعت عام  
١٩٦١ بدون مجموعات مائية بالرغم من توفر ( ٥٠ ) لترًا من المياه للنبات كاحتياطي  
وقت الزراعة والاستنبات . كما لم تنجح تجربة أخرى في أواخر عام ١٩٦٢ للزراعة بدون  
مجموعات مائية . أما أشجار التي زرعت عام ١٩٦٣ بدون مجموعات مائية فقد نجحت  
جزئيًا في المواسم الرطبة نسبيًا ( ١٩٦٣ - ١٩٦٤ ، ١٩٦٤ - ١٩٦٥ ) كما أن  
بعض النباتات عاشت فترة حرجة للغاية . هذا كله نجحت كل النباتات المزروعة فسي  
مجموعات مائية مساحتها ١٥ مترًا مربعًا ، إلا أن نسبة ٦٠ % تأثرت بالجفاف  
عام ١٩٦٢ - ١٩٦٣ . وقد أعيدت زراعة هذه النسبة عام ١٩٦٣ وكان نموها منذ  
ذلك التاريخ طيبًا كما أن زراعة نباتات Salt Bush في المجموعات المائية الأخرى  
كانت ممتازة ( ٩٤ % ) من الزراعة الأولى وكان نمو النبات سريعًا ، وبلغت النباتات  
في ارتفاعها ١٠٠ - ١٦٠ سم ، ١٣٠ - ٢٣٠ سم في عام ١٩٦٣ - ١٩٦٤ ، على  
التوالي . وكان ارتفاع النبات يرتبط بحجم المجمع المائي المطري ، وفي السنة الثالثة  
كانت الشجيرات قد بلغت حجمها الكامل في كل المجموعات المطرية الصغرى من ٦٢ مترًا  
مربعًا فصاعدًا . وبعد بدء عملية القطع عام ١٩٦٤ لتحديد النتاج الجاف والنتاج  
الطازج ، توقفت عملية قياس الارتفاع .

وخلال سنوات التجربة ، ازدهرت عدة نباتات من نوع ( سولك بوش ) وتمت تحويل



حوال أحواض النباتات ، ولم تظهر تلك النباتات إلا حول المجمعات المطرية الصغرى التى تزيد فى حجمها على ١٥٠ متر مربعاً . وتدل هذه الحقيقة كذلك على أنه فسوق السهل الطفلية يجد هذا النوع من الشجر ظروفًا تسمح بالازدهار والنمو فى بيئتها تجمع فيها مياه التصريف المطرى بكميات كافية وتبرهن هذه النباتات على أن الانسياء فى مجمعات المطر التى درجتها صفر مآلها الفشل فى ظروف عبءات لكن المجمعات المطرية الصغرى من ٣١٢ متر مربع فصاعداً كانت تكفل الازدهار والزيادة الناتجة والنمو اللاحق حتى خلال سنوات الجفاف القاسية .

ومعنى ذلك أنه يمكن زراعة عدد ٣٢٠ من نباتات ( السولت بوشى ) على الأقل فى الهكتار الواحد .

ولقد تحددت كميات إنتاج شجرة ( سولت بوشى ) خلال خمس سنوات من الملاحظة من ( ١٩٦٣ - ١٩٦٤ حتى ١٩٦٧ - ١٩٦٨ ) بقطع النباتات المفردة لكل حوض زراعة فى أواخر الصيف ( أغسطس - أكتوبر ) حين كان الوزن الجاف حوالى ٦٠ ٪ من الوزن الطازج . وتشير كميات الإنتاج الى زيادة تدريجية من أصغر الى أكبر المجمعات المطرية لكن الزيادة من ١٢٥ الى ٢٥٠ سم ٢ من مساحة الجمع المطرى كانت طفيفة للغاية . ومع توفر المياه فى الجمع المطرى الذى تبلغ مساحته ١٢٥ م ٢ ، فإن القدرة القصوى لنمو النبات تكون قد اكتملت . أما نمو النباتات مع عدم وجود المجمعات المطرية فشئ لا يكاد يذكر . وحين تتحول كميات الإنتاج بمعدل كل نبات الى كميات إنتاجية بمعدل الهكتار الواحد دون مراعاة النباتات الاختيارية فإن الصورة تتغير . أن الكميات الكبيرة فى الإنتاج لكل النباتات على حدة فى المجمعات المطرية الكبيرة تقابلها الأعداد الكبيرة للنباتات فى كل وحدة مساحة فى المجمعات المطرية الصغرى ، ومن ثم تنتج الكميات المثالية ( ٣١٢ زهرة فى الهكتار ) فى المجمعات التى تبلغ مساحتها ٣١٢ م ٢ .

أما متوسط الكميات السنوية المحققة من هذه المجمعات المطرية فهى ٦٦٠ كجم للهكتار من النباتات الحديثة ( ٤٠٠ كجم للهكتار من المادة الجافة ) وهذا يعادل حوالى ( ١٦٠ - ١٢٠ ) وحدة تغذية للهكتار و ( ٤٠ كجم ) بروتين للهكتار الواحد . ونظراً لأن السهل الصحراوى غير المطور لا ينتج سوى ( ٥ - ٢٠ ) وحدة غذائية فى الهكتار فإن الكميات المحققة فى المجمعات المطرية تمثل زيادة بمقدار ( ٢٠ - ٣٠ ) ضعف عن القيمة الغذائية الأصلية للمساحة . وإذا ما أخذنا فى اعتبارنا النباتات الاختيارية فإن الكميات تزيد على ذلك لتصل الى ٣٠٠ - ٨٠٠ وحدة غذائية

فى الهكتار أى زيادة أكثر من خمسين ضعفاً عن القدرة الأصلية للحل فى الصحراء الجرداء .

ومع أن تجربة زراعة المجمعات المطرية الصغرى لم تكتمل فالتنا يمكن أن نستخلص بعض النتائج ونبرز بعض المشكلات الهامة التى قابلتنا فى أثناء عملنا . فضلاً عن ذلك يبدو أن طريقة المجمعات المطرية الصغرى تنجح فى أماكن متنازلة لاستغلال الغاطش غير الفالحة من هضاب النقب . أن الرغوى الصحراوية عادة تكون فقيرة فى البروتين خاصة أثناء فصل الصيف الجاف ، ويمكن أن تكون الأشجار التى تقوم الملوحة فى المجمعات المطرية الصغرى نباتاً رعوياً هاماً . ويمكن تطبيق النظام نفسه بحيث يتخلى مع حشائش أخرى . وفى مناطق ذات نسب أعلى من الأمطار ، وذات تربات مختلفة . أن تكلفة إنشاء المجمعات المطرية الصغرى منخفضة للغاية ( ما بين ٥ - ٢٠ دولاراً الى ٢٠ دولاراً فى الهكتار ) وهذا يتوقف على حجم الجمع المطرى . أن العائد السنوى المتزايد من ١٦٠ وحدة غذائية فى الهكتار يعوض تكلفة الإنشاء خلال سنتين أو أربع سنوات .

ولازالت المشكلة الحرجة هى الحجم الأمثل للمجمع المطرى الصغير لكل نوع من الأنواع . ومن الواضح أن هذا المقياس نسبى لا بالنسبة لكل نوع فحسب بل بالنسبة للخبر ونوعية التربة وانحدار السفوح المائية أو ما يسمى ( بالميل الانحدارى ) . ولا بد أن نتكلم عن كل هذه الأمور . وشكلاً أخرى تتمثل بالعمق الأمثل والحجم الأمثل للحوض بالنسبة لحجم مساحة تجفيف المياه ، وهذه العوامل بالغة الأهمية ، لأنها تحدد فيما تحده حجم المساحة السطحية التى يفرها السيل ، وحجم عمود المياه وعمقه فى التربة ، وهذه بدورها تؤثر على الوقت الذى تتلقى فيه التربة التى تحتوى على الجذور بالمياه . وتأثر التربة وشبهية الجذور تأثراً سلبياً سلباً . أن معرفة هذه العوامل قد تؤدى الى أنماط مختلفة من إنشاء الحواض وتوزيع مواقع الأشجار داخل الحوض ، كما قد يظهر احتمال زيادة حجم تصريف المياه المطرية باختراق سطح التربة فى المجمعات المائية الصغرى بأساليب مختلفة .



## الفصل السادس عشر

### تأقلم ( تكيف ) النباتات مع الظروف الصحراوية

( ١ )

لو ان الانسان والحيوان تركت لهما حرية الاختيار لاستطاعا تجنب البيئـة الصحراوية بقسوتها وحرارتها وجفافها سواء بهجرتها ، او بالاختفاء في الملاجئ ، او بطلب الاحتماء بأى ظل ، لكن النباتات لا تستطيع ان تفعل ذلك فهي مغروسة فـى الارض ، ولا يمكن لها الهروب من الظروف التى تولد فيها ، ومن ثم فان النباتات الصحراوية تتعرض باستمرار للتأثير الكامل لأقصى الظروف الخارجية ، ولا بد أن تتأقلم وان تتكيف معها . وقد تكون اشكال التكيف موقولوجية ( أى تتعلق بالشكل الخارجى ) او فسيولوجية او سلوكية فى طبيعتها . وكلما ازداد التنوع بين النباتات فى الموطن الواحد ، ازدادت القابلية الفردية للتنوع فى الاستجابة للتأقلم مع كل بيئة . ونتيجة لذلك فان نباتات الصحراء تبدي مرونة غير عادية فى التركيب ومرونة فى العمليات النباتية الفسيولوجية التى تعكس أقصى تغيرات فصلية فى درجات الحرارة والرطوبة فى البيئة .

اما التكيف الاساسى الذى لا بد ان تقوم به النباتات الصحراوية فهو التكيف مع ندرة المياه . ومع ان المياه تكون عادة هى العامل المحدد للنمو فى الصحراء فهناك فترات قصيرة متغيرة ومواقع محددة تتوافر فيها المياه بكميات غزيرة . وقد كيفت بعض النباتات الصحراوية نفسها مع قصر مدة هذه الفترات ، وللمناطق الخاصة التى تتجمع فيها مياه التصريف المطرى ولو كانت الامطار شحيحة . ولما كانت قابلية التغيير للأماطر من عام الى عام كبيرة جدا ( انظر الفصل الرابع ) فلا بد ان تكون النباتات قادرة على ان تصمد لسنوات الجفاف مع الامطار القليلة او بدون امطار ولا بد ان تستجيب لهذا التحدى بأساليب مختلفة كما ان ارتفاع نسب الملوحة ودرجات حرارة البيئة يؤدى دورا فى حياة النباتات الصحراوية ، ومن ثم تجعل تكيفها لضغوط الرطوبة اكثر صعوبة .

وعانى النبات من نقص الرطوبة بطريقتين : فقد لا يكون هناك قدر كاف من المياه فى التربة المتاحة للنبات أى المياه التى يستطيع النبات امتصاصها من خلال جذوره ( جفاف التربة ) .

وقد يفقد النبات كمية كبيرة من المياه بمعدل الوحدة الزمنية من خلال عملية النتح أكثر مما يمكن لجذوره تعويضه من التربة خلال ذات الوقت ، ولو كانت التربة نفسها تحتوى على قدر كاف من الرطوبة . ( الجفاف الجوى ) ، او عدم تضطرب التفاعلات التى تعظم للنبات فقدان المياه ( عملية النتح ) وتضطرب عملية نقل المياه . وفى أى حالة من تلك الحالات يتأثر النبات ما يؤدى الى اضطراب العمل الطبيعى لكل العمليات النباتية .

ولا يمكن ان نناقش هنا بالتفصيل كيف يمكن لهذا الاضطراب المائى ان يسبب الضرر او الموت ، ولكن هنا القول بان بروتوبلازم الخلايا النباتية لا يعطى بشكل طبيعى الا اذا تشبع بالمياه . وعلى سبيل المثال : انه من بين الوظائف الهامة لازمة الحبيبة التى تضطرب اضطرابا تاما بسبب الجفاف عملية التركيب الضوئى أى القدرة الخاصة للنبات الاخضر على اتباع الكربوهيدرات ( النشا أو السكر ) باستخدام ضوء الشمس كمصدر للطاقة ، والمياه وثنائى اكسبه الكربون كمادة اولية . ويبدأ الاجهاد المائى سلسلة من التفاعلات : اجهاد مائى ، وترطيب غير كاف للخلايا ، واضطراب المائى سلسلة من التفاعلات : اجهاد مائى ، وترطيب غير كاف للخلايا ، واضطراب فى عملية التركيب الضوئى ، وابتاج غير كاف للكربوهيدرات ، وتكوين غير كاف للمادة العضوية المطلوبة لحفظ الحياة والنمو ما يؤدى الى الضرر او الموت للنبات .

والمسألة الرئيسية التى نطرحها على انفسنا هى كيف يمكن للنباتات الصحراوية ان تحمى نفسها او تمنع من نفسها اخطار الاجهاد المائى او الجفاف ؟ وللإجابة على هذا السؤال يجيبان نطرح بعض المفاهيم والبادئ : اننا نسمى كل النباتات التى تنمو فى المناطق الجافة باسم النباتات الصحراوية الجافة ، وعلى اساس تفاعلها العام مع ظروف الجفاف يمكن تقسيم النباتات الصحراوية الجافة الى ثلاث مجموعات رئيسية : نباتات قادرة على التجفيف ، ونباتات نشيطة خلال موسم الجفاف ، ونباتات خاملة خلال موسم الجفاف ، وهذا التصنيف مصطنع ككل التصنيفات ، اما فى الواقع فان سائر الانواع الوسيطة توجد بين المجموعات الثلاث .

ولندرس ، أولا المناطق النباتية الرئيسية فى صحراء الربع . ان السطح المتسوع



الشكل للنقب فضلا عن تفاصيله السطحية يحتوي على مناطق نباتية مختلفة . فكل صخرة صخرى ، وكل حجر يخلق ظروفًا بيئية جديدة وخاصة ، وقد تضم مملكة نباتية كاملة من الطحالب . على انه اذا اهلنا هذه المناطق الجزئية للكائنات الدنيا فان اهم مواطن للنباتات العليا والمجموعات النباتية يكن تصنيفها الى عدة صغير نسبيا مسن الانواع .

ان السفر من بير سبع جنوبا الى ابلات خلال موسم الجفاف يتيح لاي مراقب ان يلاحظ على الفور ان العنصر السائد في النبات في النقب هي النباتات الخشبية الصغيرة او الشجيرات الصغيرة . واصبح ان الشجيرات والاشجار بشكل خاص تقتصر على الوديان الحساسة الكبيرة وعلى الحقول الرملية والكثبان . وتنمو الشجيرات الصغيرة فوق قمم التلال والمحدارات والسهول الطفلية وفي الوديان الطفلية الصغيرة . ويكشف الفحص الموثق ان كل موقع من هذه المواقع الذي يتميز بنسبة رطوبة خاصة وظروف املاح خاصة - يعتبر موطنًا خاصًا له ملكة للنباتات المميزة .

وهناك ستة مواطن اساسية في هضاب النقب هي : قمم التلال ، المحدارات والسفوح ، والسهول الفيضية ، والمنخفضات في السهول الفيضية ، والوديان الطفلية والوديان الحساسة . اما فوق قمم التلال المكونة في معظمها من الصخر او صخور الهايادا المتراكمة ( انظر الفصل الخامس ) فنجد شجيرات قصيرة هي شجيرة " Bean Caper " . وهي النوع السائد في المجموعة النباتية المؤلفة اساسا من الشجيرات الصغيرة . اما الجذوع الخشبية منخفضة الفروع لهذه الشجيرات فتحمل اوراقها فاتحة الخضرة ، تتألف من سويقات اسطوانية ذات زملان كثيفين اما المنحدرات المكونة من صخور ( الهايادا ) فيقدر تعرضها وانكشافها فهي تغطي سواء بمجموعة الشجيرات القصيرة او باى شجيرات اخرى قصيرة اما في السهول الطفلية فنجد ان شجيرة قصيرة اخرى دون اوراق تسود ، ويختلف نبات الوديان الطفلية اختلافا كبيرا عن نبات قمم التلال والمحدارات ، فهناك نجد ان النبات او الغطاء النباتي يتسم بالكثافة والتلاصق ويختلف اختلافا كبيرا عن الغطاء النباتي المخلخل المتناثر فوق المناطق الاخرى . وتسود هذه الوديان الطفلية ثلاثة انواع من الشجيرات الصغيرة هي الشجرة الملحية بأوراقها الخضراء الرمادية ذات الطعم الطالح الصالحة للأكل ، وشجيرة اخرى يستخدم لحاؤها لصنع الحبال ، وشجيرة المكسنة البيضاء التي تغطيها تماما في فصل الربيع الزهور البيضاء والتي لها اروع المناظر في النقب . اما جوانب الوديان

الحصاة الفسيحة فتضم نفس المجموعة النباتية ، وان كان هناك في المعتاد فطما نبات دائم محدود في منتصف احواس الودية بسبب نشاط عوامل التعرية المدمر الناتج عن السيول . وفي هذه الودية نجد الاشجار ، ففي هضاب النقب نجد شجرة الفستق الاطلطية ، وفي جنوب النقب نجد النواع عديدة من الاكاشيا .

ان العامل الحاسم المؤثر والمستول عن التنوع الكبير في الغطاء النباتي في تلك المناطق هو نظام المياه الخاص بكل منطقة فكمية المياه المتاحة للنباتات في نهاية الموسم المطر المتوسط ( ١٠٠ - ١٣٠ ملمترا من الامطار ) يختلف اختلافا كبيرا بالنسبة لكل موطن . فقمم التلال والمحدارات التي تبلغ كمية مياهها ( ١٠ - ٢٠ سم ) ، ( ٢٠ - ٥٠ سم ) على التوالي من المياه المتاحة شديدة الجفاف . اما السهول الطفلية فهي ذات اهمية خاصة ، انه نجد على النقيض من قمم التلال والسفوح ان التربة التي يحتل تشبعها بالرطوبة شديدة العمق ، وبالرغم من ذلك فحيثما تتلقى هذه السيول مياه الامطار فقط فان عمق التشبع بالمياه يكون ضحلا للغاية ، كما ان الطبقات التي هي أكثر عمقا من ( ٣٠ - ٥٠ سم ) تنقسم بالجفاف الدائم . ولكن عند ظهور منخفض تضاريسي عند تراكم مياه التصريف الطوري تخترق المياه التربة لتصل الى الطبقات التي هي أكثر عمقا ، ومن ثم فان كمية المياه المتاحة للنمو النباتي اللاحق تزداد . ومن ثم فان الوديان الطفلية ذات كميات المياه المتاحة والتي تقدر بـ ( ٥٠٠ - ٦٠٠ ملمترا ) من المياه المخزنة في الامتار الثلاثة العليا من التربة - تصبح بيئة نباتية ممتازة ، اذ تدعم الغطاء النباتي الكثيف والمتلاصق . وكذلك نجد ان الوديان الحساسة تخزن المياه ، فهي لا تحتوي على أكثر من ( ١٥ - ٢٠ ملمترا ) من المياه المتاحة لكل متر من العمق ، ومع ان الماء يتسرب حتى عمق خمسة امتار أو أكثر فان المقدار الكلي للمياه المتاحة للاشجار والشجيرات ذات الجذور العميقة لا يزيد على ( ٨٠ - ١٠٠ ملمترا ) وهذه المياه الموجودة على اعماق كبيرة حتى في موسم الصيف الجاف لا تمثل برفم ذلك حوضا مائيا جافا يقع على اعماق ابعد من ذلك ، بل - تمثل المياه ( الاحتياطية ) او ( التيقية ) .

ومع ان كمية المياه المتاحة للنباتات هي العامل الاساسي الذي يميز بين المواطن النباتية - فان العناصر الكلية للملح وكلوريد الحديد في التربة تعتبر عاملا هاما . ويصدق هذا بشكل خاص على التربة ذات القدر المحدود من المياه المتاحة حيث تؤدي نسبة الملوحة العالية الى نقص قدرة النبات على الاحتفاظ لنفسه بالمياه . وكما تكون درجة الملوحة معدومة في الودية ، ومنخفضة نسبيا في السهول الطفلية . كما ان قمم التلال وطبقات التربة التي هي أكثر عمقا في المنحدرات ذات درجة عالية من الملوحة هذا



كما ان درجة ملوحة المياه الجوفية في وادي عربة تحدد طبيعة النبات .

والجانب هذه المواطن النباتية السمت والتي تغطي اكثر من ٩٠ % من الرقبه توجد مناطق قليلة اخرى ذات اهمية خاصة مثل الحقول الرملية في منطقة ( طريب ) ( انظر الفصل الخامس ) والواحات والمستنقعات الملحية والحقول الرملية في وادي ( عريسة ) اما الغطاء النباتي في الحقول الرملية بين منطقة ( ديمونة ) وبين جرف الوادي الاخضر وادي ( الاخضر ) ( الاعظم ) فتسوده شجيرات الكنمة البيضاء وهناك من النباتات الخاصة ذات الجذوع والسيقان الخالية من الاوراق .

اما السهول الخصبة في جنوب الرقب التي تحدها ميايل كثيرة جنوب منطقة مكتش رامين فتكاد تخلو من النبات بسبب احتوائها على قدر طفيف جدا من المياه . ويمتد الرقب على النبات في أماكن متباعدة ، ونمو عادة في منخفضات ضيقة محدودة حيث تتراكم مياه التصريف المطري ، حيث تكون الظروف الملحية افضل وايسب .

اما المواطن الوحيدة التي تصل فيها جذور النبات الى حوض المياه فتوجد في وادي عربة . وفي تلك المناطق حيث يكون الحوض المائي والنباتات عذبة نسبيا او قليلة الملاح - تزداد هو الواحات ذات الغطاء النباتي المداري . وحين يكون الحوض المائي على درجة عالية من الملوحة تظهر ( السبخات ) والمستنقعات الملحية بحيث تكون مجموعات نباتية تسودها اشجار الطرفاء التي تغرز الملح ، وانواع مختلفة اخرى . وفي الحقول الرملية الداخلية والكتبان الرملية منطقة ( عربة ) لا يصل حوض المياه المالح الى السطح الرمل ، ويظل على بعد امتار قليلة تحته .

وسوف نتناول الان انواع النباتات الصحراوية الرئيسية ومدى تكيفها وتأقلمها مع البيئة الصحراوية .

### ( ١ ) النباتات القادرة على التجفيف :

في الاودية بعد ايام قليلة من كل سهل شتوي ، ينمو شريط اخضر اكنس على طول حوض مياه الامطار المرتفع . وفوق السهول الطفلية تنمو مساحات خضراء ماثلة حيث تتجمع المياه بعد الامطار . وتتألف هذه الاشرطة والمساحات من طبقة من الطحالب المتناهية الصغر التي تنمو بغزارة بين جزئيات الطفل الدقيقة ، وبعد جفاف التربة لا يبقى من الطحالب الا طبقة رقيقة دائمة ، تتحول الى اللون الاخضر مرة ثانية بعد

الفيضان او السيل المطري التالي . لان الانحان يربط بينها وبين وفرة المياه ، ويتوقع وجودها في المستنقعات والانهار والمحيط ، لكنها تظهر كذلك في ظروف قارية اخرى ، واما فحص اجزاء من الصوان او الحجر الجيري من القاع فالمحروية لمخور ( الهامدا ) سوف تجد لها مغطاة فوق سطحها السفلي بطحالب دقيقة خضراء اللون وخضراء مشربة باللون الازرق . وهذه القشرة احيانا تغطي السطح كله ، لكنها لا تكون عادة الاحزاما ضيقا يوازي حواف الاحجار يمكن العثور على الطبقات الطحلبية نفسها على السطح السفلي لكثير من ادوات العصر الحجري . وتوجد مثل هذه الطحالب لنباتية الصحراوية ، كذلك داخل فجوات ومدوع صخور الحجر الجيري ( على مسافة ثابتة من حافتها الكشوفة ) وكذلك باعتبارها طبقة مستوية داخل وتحت السطح المتأثر بموايل التعرية لبعض التكوينات الصخرية . وهذه النباتات الطحلبية المحلية التي تضم انواعا وفصائل جديدة في نظر العلم تحتل مركزا خاصا في بيئة الصحراء ، التي لا تنمو فيها انواع اخرى من النباتات الصحراوية . وهذه الطحالب تعيش داخل بيئة شديدة القسوة حيث تفقد الجزء الاكبر من جملة مياهها ، وتعرض للجفاف الجوي لما عجزت المياه . وتزداد تصبح خاملة وتتوقف كل عملياتها البنائية ، وفي هذه الحالة تتناقص درجة تفاعلها مع البيئة ، وهي من الوجهة الفسيولوجية ، ومن الناحية البيئية شبه معزولة عن الوسط المحيط بها ، ومن ثم فهي تقاوم الجفاف ودرجات الحرارة العالية التي تحملها ، ومن اي تلفا وتأثير . ويمكنها ان تبقى في هذه الحالة فترات طويلة ، فقد ظلت بعض طحالب النباتات الصحراوية من جنوب افريقيا على سبيل المثال جافة مدة سنتين ونصف سنة دون ان تفقد قدرتها على الحياة . وعند ما تتوافر المياه سرعان ما تنشط وتتبع بها وتحول بسرعة الى النشاط البنائي الكامل . ان المياه التي تعين نشاط الطحالب تأتي من المطر الذي يسقط على التربة مباشرة ، ومياه التصريف المطري التي تتجمع تحت الاحجار وحتى الندى وبخار المياه الذي يتكثف بين جزئيات التربة وفوق الاحجار . ويمكن للطحالب كذلك ان تنمو بخار الماء من الهواء مباشرة بدرجة رطوبة نسبية تقدر بنحو ٨٠ % او اقل ، اي انهم لا يلزم ان يكون الهواء مشبعاً تشبعاً كاملاً .

ان هذه الطحالب النباتية الصحراوية ، لا سيما تلك التي تعيش اسفل الاحجار تواجه مشكلة اخرى لابد لها من التغلب عليها حتى تعيش ، ونظرا لان هذه الطحالب كائنات تمارس التركيب الضوئي فهي تحتاج الى الضوء حتى تعيش ، فالاحجار التي توجه هذه الطحالب اسفلها تكون ماثلة ، ومصدر ضوءها الوحيد هو اشعة الضوء التي تنسرب



جانبها بين الاحجار و سطح التربة ، وكثافة هذا الضوء ضعيفة جدا ، لكن الطحالب  
ثلاثة وتكفي مع هذه الحقيقة فهي تستطيع ان تعيش برتبة مئوية قدرها ( ٢٠ - ٢٥ %  
من كثافة الضوء النهاري العادي ، ويمارس بعضها عملية التركيب او التخليق الضوئي  
عند درجة ٥٠ ، وهي اقل من الضوء المزمع من القمر في حالة التمام ( البدر ) .

ومن ظواهر التألم الاخرى انخفاض الحد الاقل لدرجة الحرارة لعملية التركيب  
الضوئي . وهذا الحد الاقل يقع عند نحو ( ٨ - ١٥ ° مئوية ) وله اهمية بيئية  
كبيرة ، لأن المطر والندى ودرجة الرطوبة العالية نسبيا في النقب تغتن داءا بهذه  
الدرجات الحرارية المنخفضة نسبيا وبالرغم من كل هذه القدرات على التكيف ، فإن  
الطحالب تدفع دائما باهظا لقدرتها على الحياة في الصحراء ، وهي بيئة تختلف اختلافا  
كبيرا عن البحيرات والانهار والبحار حيث تعيش معظم فئات الطحالب ، فطحالب  
الصحراء تكون خاملة معظم الوقت ، وتقتصر لديها عمليات التركيب الضوئي وانتاج  
المادة الجافة ، على فترات قصيرة للغاية ، ومن ثم فان النمو والتكاثر كانا شديدي  
البطء ، بحيث تبقى طحالب الصحراء صغيرة متناهية الدقة ، ولا يمكن ان تنمو الى احجام  
كبيرة مثل نظيراتها التي تنمو في المحيطات والتي قد تستد الى امتار كثيرة في الارتفاع .

اما المجموعة الاخرى من الاحياء الصحراوية القادرة على الجفاف فهي ( الاشنة )  
وهي وان كانت تنمو في كل الزوايا لا تلتفت النظر بسبب مظهرها الحثير ، فهي تنمو  
في العفلى والتربة شديدة الملوحة ، وتنمو فوق الاحجار التي تغطيها بمساحات ملوثة ،  
كما تنمو انواع كثيرة منها فوق صخور الصوان والحجر الجيري ، وتظهر كما لو كانت  
شجيرات صغيرة متشعبة ، بل انها تنمو كذلك تحت السطح العلوي للصخور وداخل  
بعض الصخور بحيث تساعد - الى حد كبير - على تفتيتها . وهذه ( الاشنة ) فهي  
الواقع هي البدايات الحقيقية للنبات ، اذ تنمو في المواطن التي لا تعيش فيها اي  
كائنات اخرى ، وفي مواقع كثيرة تكون خاملة ، وتشمل العنصر النباتي الوحيد . ولا يصدق  
هذا على الصحاري الحارة فحسب حيث تزداد كميات الندى والضباب او الرطوبة  
النسبية العالية للجو خلال بعض ساعات النهار وبعض فصول السنة ، بل يصدق ايضا  
على اكثر مناطق الارض برودة مثل المنطقة القطبية ، والجبال العالية والصحاري  
الباردة .

ان نبات ( الاشنة ) من أبرز بدائع الطبيعة فهي ليست كائنات بالمعنى المعروف

لهذا المصطلح ، فكل جزء منها يتألف من قسمين مختلفين : الفطر ، والطحالب ،  
اللذين يعيشان معا ، ويعملان معا وحدة واحدة .

وهذا الامتزاج بين الفطر والطحالب ينحصرها مجموعة ثنائية من الخواص ، ويمكنها  
من الحياة في اقسى المواطن والبيئات ، حيث لا يمكن للفطر وحده او للطحالب وحده ،  
ان يعيش منفردا . فالفطر - وهو كائن غير اخضر - لا يقدر على عملية التركيب  
الضوئي ، ويخلق مادته العضوية مثل الحيوان من الطحالب التي تقوم بعملية التخليق  
الضوئي ، والطحالب الذي يحتوي على مادة الكلوروفيل ، ومن ثم يستطيع القيام بعملية  
التخليق الضوئي - يستفيد من هذا الامتزاج . وان هذا النبات او الكائن النباتي  
المحاط بتكوينات طحلبية كثيفة يجد الحماية من الجفاف السريع ومن الاشعاع الشمسي  
الحاد .

ان هذه الكائنات النباتية ( الاشنة ) الموجودة في النقب قادرة على الجفاف  
وتقاوم الدورات المتكررة من الرطوبة والجفاف . وتدل التجارب العملية والفيولوجية  
على ان احد نباتات الاشنة الصحراوية نبات " الرامالينا " المشبع بالرطوبة شديدة  
الحساسية للحرارة التي تزيد على نحو ٣٠ - ٣٢ ° درجة مئوية ، وان كارة عند الجفاف  
تتحمل درجات تزيد على ٨٠ درجة مئوية او اكثر . ونبات ( الرامالينا ) في درجات  
الحرارة المنخفضة وعند التشبع بالرطوبة يصبح نشيطا في عملية التخليق الضوئي ، وتستمر  
في زيادة المادة الجافة حتى عند درجات الحرارة المنخفضة ( ٨ - ١٠ ) درجة مئوية  
وذلك بالرغم من تجمد مياهه الداخلية . ولقد اجري العالم لانج اختباراته على  
ثلاثة انواع اخرى من هذا الكائن النباتي ووجد ان سلوكها متشابه وهذه الكائنات  
النباتية ( الاشنة ) تتلاءم تكوينيا مع درجات الحرارة المنخفضة ، وهي في هذا الصدد  
تشابه مع الكائنات النباتية لا للجبال العالية والمنطقة القطبية ( والاشنة ) تنقسم  
الى المياه السائلة بسرعة هائلة ، فخلال عشر دقائق يمتص الجسم النباتي السائل كميته  
من المياه تصل الى اكثر من ٥٠ % من الوزن الابتدائي ، بحيث يعتمد على  
الفور عملية التنفس ، والتنفس يخلق الطاقة ، وهو الخطوة الاولى نحو تجهيز  
النشاط النباتي ، وبعد ذلك تأتي عملية التركيب الضوئي .

كما ان نبات ( الرامالينا ) يعتمد حيوته بامتصاص المياه من الجو والمشيبع  
بالرطوبة ، حتى بعد شهور عديدة من التجفيف التام في المعمل . وتحتاج عملية التركيب



الضوئ في نبات ( الرمالينا ) الى كثافة ضوئية مخفضة مقدارها ( ١٨٠٠ ) وحدة ضوئية وعند ما تجف ( الاشلاء ) الرطبة تتناقص عملية التركيب الضوئ والتدفع على الفور ، وتصل عملية التركيب الضوئ الى نقطة الصفر حين ينخفض عذصر الماء الى نسبة ٢٠ ٪ ومعهد ذلك يبدأ الخمول التام لنبات ( الاشلاء ) ويؤدى الى الترويب الى اعادة الحبيبة على الفور .

وتساعد هذه المعلومات المعطية على فهم أسلوب حياة (الاشخاص) في ظل  
ظروف موطنها الطبيعية . وخلال موسم الجفاف تبدأ الرطوبة النسبية في الارتفاع  
بعد الغروب ( باستثناء أيام الخمسين - انظر الفصل الرابع ) وتبدأ أجزاء السماء  
في امتصاص الرطوبة من الجو ، وإذا تكون الندى الثقيل خلال الليل فإن السيقان  
تتبلل ، وتتسبب بالرطوبة تماماً عند منتصف الليل . وفي هذه الحالة غرشت ، وتبسم  
في زيادة معدل الانتاج وأن كانت عملية التحميل الضوئي لا تزال غير ممكنة حتى ذلك الوقت .

ومع الزيادة الطاقية كثافة الضوء وقت الفجر تستعيد السيقان الشبيهة بالرموطية حيويتها لمدة ( ٤ - ٥ ساعات ) وفي يوم القياس كانت كثافة الضوء وقت الفجر قبيل الشروق وقت قصير ( ٢٥٠٠ ) وحدة ضوئية ، ووقت الشروق ١٢٧٠٠ وحدة ضوئية وفي الساعة السابعة ( ١٢٧٠٠ ) وحدة ضوئية ، ولذلك فبعد الساعة ٤٣ صباحا فصاعدا كان هناك ضوء كاف للساقان المشبعة بالزاد على القيام بعملية التركيب الضوئي . وكانت درجة الحرارة في ذلك الوقت شديدة الانخفاض ، وبعد الشروق تزداد درجة حرارة السيقان ، وتبدأ في فقد المياه من خلال عملية البخر ، وبعد ذلك بماعتين تصبح جافة بتأثير الهواء . وخلال عملية الجفاف تنخفض سرعة التركيب الضوئي حتى تتوقف ، وتدخل ( الاشياء ) حالة الحياة الكامنة مرة أخرى وقد ترفع درجة حرارتها بواسطة الاشعاع الشمسي حتى درجة ٦٠ مئوية وأكثر ، لكن ذلك لا يسبب أي تلف . وإذا حدث خلال الليلة التالية تكوين للندى ، وإذا ارتفعت الرطوبة نسبيا ، فإن الندوة كلها تتكرر من جديد ، وإذا لم يحدث فإن ( الاشياء ) تظل خاملة حتى تكرار حدوث الظروف المواتية . ورغم الجفاف الكامل في الصحراء ، فإن هذه الندوات تحدث دائما لأن متوسط لهالي الندى حوالي ١٨٠ ليلة في السنة ( انظر الفصل الرابع ) .

في موسم الأمطار تظل السيقان مشبعة بالرطوبة لفترات أطول ، وتستمر عملية التركيب الضوئي خلال اليوم عدة ساعات ، وإن كان تكوين السحب بشكل عام يخف من منسوبها

وسنوها . فضلا عن ذلك فان قدرة ( الاشياء ) الصراوية على عملية التخليق الضوئي حتى عند درجات الحرارة المنخفضة - ذات اهمية بهيمة في فصل الشتاء . لان درجات الحرارة خلال الليالي غالبا ما تنهبط تحت درجة التجمد ( فقا بقياس درجات الحرارة حتى درجة ٧<sup>°</sup> مئوية ) ودرجات الحرارة ونف الفجر والشروق تتطوع بين - ٢ درجة مئوية و ٤<sup>°</sup> مئوية وغالبا ما يكون الحد الاقصى خلال ايام الشتاء تحت درجة ١٠<sup>°</sup> مئوية .

وسبب ذوات البعوضة والخمول أو ذوات النملط والسباع فان (الاشياء) مثلها مثل الطحالب - لا تحتاج لها سويفترام محدودة، تحدث خلالها عمليات التركيب الضوئي وإنتاج المادة الجافة، ومن ثم فان معدل نمو الاشياء غرط نسي البطء حتى في سنوات المطر الوفير والندى الكثير.

اما النباتات العليا التي عادة ما تكون قد فقدت قدرتها بشكل عام على الجفاف دون تلف . فلا بد ان تكتسب خلال تطورها تفاعلات او فعاليات اخرى تتيح لها ان تبقى نشيطة خلال السنة كلها او على الاقل خلال فصل المطر . ان معدل نموها - كما سوف نرى - يعادل مئات المرات معدل نمو الطحالب النباتية الصحراوية واد شتاء الصحراوية مما يمكنها من زيادة وزنها ، والتحول الى شجيرات بل وإلى اشجار .

(٢) النهايات الزشبية خلال فصل الجفاف

ان النباتات التي تبقى رشيطة خلال فصل الجفاف قد استجابت لتحدى الصحراء  
بابتكار وسائل للاحتفاظ الدائم بحد أدنى من المياه الداخلية لترطيب اجزائها  
حتى حين تقل الرطوبة النسبية في الجو عن ١٠ ٪ لكنها في ذلك تواجه مشكلة ، ان  
انه لما كانت هذه نباتات خضراء ، وتحتوى على مادة الكلوروفيل الذي لا يمكن لعملية  
التشيل الضوئى ان تحدث بدونه - فانها تمارس عملية التشيل الضوئى مثلها مثل  
الطحالب النباتية الصحراوية الخضراء والمعادن الطحلبيية في ( الاشعاع ) . ومن ثم  
فهي تحتاج الرئاس اكسيد الكربون للبناء كله . اما النباتات موضع البحث حاليا  
فان لها جهازا اكثر تنظيميا مزودا بجذور لا تمتص المياه من التربة ، وأوراق خضراء  
لعملية التشيل الضوئى ، وسبقان لتوصيل المياه الى الاوراق ، وتحتوى الاوراق على  
انسجة خاصة تتألف من خلايا خضراء تقوم بعملية التشيل الضوئى . وهناك قشرة  
عليها ، وقشرة سقى لا لون لها تغطي هذا النسيج لتحصى الورقة من فقدان المياه في الجو .



وهذه القشرة تحتوى على فجوات تتكون من خلال حركتها في فتح او افلاق الفجوات ففى القشرة الخارجية . وهذه الطريقة تدغم الفجوات تبادل الغاز بين داخل الورقة والجو . ولا بد لثاني اكسيد الكربون اللازم لعملية التشيل الضوئى بواسطة الخلايا الخضراء داخل الورقة ان يمر خلال الفجوات حين تكون مفتوحة . ولكن عند ما تكون مفتوحة والهواء أكثر جفافا من داخل الاوراق كما هي الحال دائما فى الصحراء . فحين الاوراق تمارس عملية الفتح اى تخرج المياه فى شكل بخار من داخل الاوراق الى الجو . وإذا استمرت هذه العملية فان الورقة تتعرض لخطر الموت بسبب الجفاف . ومن ناحية أخرى فعند ما تغلق الفجوات لاتنفذ الورقة سوى مقدار طفيف من المياه . ولكنها لا تستطيع توفير ثاني اكسيد الكربون لخلاياها الخضراء . كما ان النبات قد يموت نتيجة عدم القدرة على انتاج مادة عضوية كافية . ان كل نبات صحراوى يشيط خلال موسم الجفاف فيجد نفسه دائما بين خطر الموت بسبب نقص المياه وخطر الموت بسبب نقص المادة العضوية . ولهذا يمكن اعتبار النتج بالنسبة للعديد من النباتات شرا لا بد منه . ومصدق هذا الى حد محدود . ولكنه لا يصدق على النباتات الصحراوية الصيفية . الرشيط حيث تساعد عملية النتج على عدم ارتفاع درجة الحرارة بواسطة التبريد . ومثل هذا النبات يعرف باسم الحنظل والاوراق العريضة لهذا النبات تقوم بعملية نتج فزيرة . وهذا النتج يقلل درجة حرارة الاوراق الى سبع درجات مئوية او أكثر من درجة حرارة الهواء المحيط . ويستخدم العرب قديما التبريد بالبخار فى تبريد المياه ففى الجرار والوانى الفخارية ذات الجدران السامية التى تسمح بتبخير المياه فوق سطحها الخارجى . ومن ثم فحين تخفص درجة حرارتها فى الداخل . ان اهمية الحيوية لعملية التبريد بالنتج لحياة نبات الحنظل تظهر وتتجلى بوضوح . وحين تقطع ورقة من النبات خلال قيظ النهار تغلق فجواتها ويقل النتج فيها . وترتفع درجة حرارة الورقة على الفور فوق درجة حرارة الهواء . ثم تموت الورقة على الفور بتعرضها لدرجة حرارة عالية .

اما النباتات الصحراوية الرشيطه خلال موسم الجفاف فهى تضم الشجيرات العادية والشجيرات الصغيرة . والاشجار . والحوليات الفصلية . ومن الوسائل البارزة التى تستخدمها الشجيرات العادية والشجيرات الصغيرة لتقليل فاقد المياه خلال فصل حياة الجزء الباقي وشايطه . ويتم هذا بطرق مختلفة . ويزداد الجفاف الصيفى فان الشجيرات القصيرة عديدة الاوراق من فصيلة ( السرمقيات ) على سبيل المثال التى يقوم اللحاء الاخضر لسيقانها بوظيفة النتج والتشيل الضوئى - تسقط جزئا من اللحاء

كما ان نبات ( Salt Bush ..... ) وهو احد افراد عائلة ( السرمقيات ) يمكن ان يكون نموذجا لهذا النوع من انقاص الجسم توفيراً للمياه . ان لب الفروع الصغيرة خلال فصل المطر يتألف من اسطوانة وسطى . وتحتوى على حزمتان انبوبية تعمل . كما هو الحال فى النباتات العليا . باعتبارها انابيب مائبة من الجذر حتى البراعم . وباعتبارها قنوات للكربوهيدرات المنقولة خلال عملية التشيل الضوئى . وهى كاملة فى نسج الخلايا الكثيفة الجدران . التى تسمح للفرع بقوة آلية . اما الاسطوانة الوسطى فهى محاطة بلحاء يتألف من النسيج المائى . ويتألف من طبقات عديدة . من الخلايا المائية التى تعمل بمثابة خزان للمياه . ويتألف جهاز التشيل الضوئى من طبقتين من الخلايا الخضراء والقشور متعددة الطبقات التى تحتوى على الفجوات . وعندما تشع المياه . فان جدران الخلايا الداخلية المحيطة بالاسطوانة الوسطى تتحول الى فتشع المياه . وفى نفس الوقت تقريبا يتكون نوى من الانسجة الجديدة تحول الاسطوانة فلين . وفى نفس الوقت تقريبا يتكون نوى من القلب الانبوسى الذى يفتح حزمتان انبوبية الوسطى . والاسطوانة الداخلية هى القلب الانبوسى الذى يفتح حزمتان انبوبية ثانية جديدة . ونسجاً آليا ثانويا . اما الاسطوانة الخارجية . وهى القلب الفلينى فتخلق خلايا فلينية خارجية جديدة . ونظرا لان الفلين غير نفاذ للمياه . فان اللحاء كله يتعطل عن امداده بالمياه . ويجف ثم يسقط . والعقد الصغرى فقط فى الافصان هى التى تحتفظ باللحاء الذى يقوم بعملية التشيل الضوئى . اما العقد التى تخلو من لحائها الاخضر . فلا يمكن ان تقوم بالتشيل الضوئى . ونظرا لانها مغطاة بالفلين من لحياتها لا تنفذ مياهها بالنتج . ويتم عملية التشيل الضوئى والنتج من خلال جزء صغير من جسم النبات . اى من خلال العقد الصغرى التى تحتفظ بلحائها الاخضر . ان الخفض الفصل او الانكماش الموسمى لسطح النتج ونقص كمية المياه لكل نبات من النباتات بسبب سقوط اللحاء يعتبر كبيرا جدا . ويساعد الشجيرات القصيرة من عائلة ( السرمقيات ) على الصمود لجفاف الصيف فى حالة من النشاط من الجفاف الكامل . وحين تشبع النباتات - مراعىا - بالمياه خلال الصيف او تموت من الحواطن التى تتوافر فيها المياه حتى خلال فصل الجفاف فان تساقط اللحاء يتأخر كثيرا وقد لا يحدث على الاطلاق .

ومن الوسائل الاخرى لتقليل مساحة النتج اسقاط الافصان كليا او جزئيا . ان كل نباتات عائلة ( السرمقيات ) التى تسقط لحائها تعتبر - بهرجاء متفاوتة - من النباتات التى تسقط افصانها أيضا وتقوم نباتات تنتمى الى عائلات اخرى بنفس العمل .



وتعتبر عملية إسقاط الأوراق وسيلة أخرى ابتكرتها النباتات الصحراوية البسيطة عادة خلال موسم الجفاف لتوازن اقتصادها في المياه ويعتمد نبات (الكنزة البيضاء) مثلاً لعملية إسقاط الأوراق فهذه النبات ينتج براعم خضراء رقيقة تحمل قليلاً من الأوراق سرعان ما تساقط بسبب أجواء الرطوبة، وعلى حين تظل البراعم والأغصان الجديدة نفسها باقية باعتبارها العضو الوحيد الذي يقوم بعملية التشيل الضوئي للنبات. وتعمل سائر النباتات الصحراوية الأخرى المشابهة بنفس الطريقة وحين تقترب عملية إسقاط الأوراق بإسقاط الأغصان - كما هو الحال في شجرة (الحرض) المشوكية - فإن وزن جسم النبات قد ينخفض بنسبة ١٠ % أو أكثر.

وتسقط بعض النباتات أوراق الشجر الكبيرة فقط وتحفظ بأوراق السيف الصغرى شجرة (رأس العبد) تحمل في نهاية موسم المطر أوراقاً شتوية رئيسية الشكل، وتسقط هذه الأوراق في نهاية موسم الجفاف، وتصبح الأوراق المتكونة أصغر بكثير وأقل شبهاً بالريش في شكلها مع تقدم موسم الجفاف. أما الأوراق الأخيرة التي تتكون فهي مجرد قشور رقيقة تصبح في سنوات الجفاف الشديدة أجزاءاً البسيطة الوحيدة في النبات. وهذا الانكماش في التكوين كبير جداً، ولا يختلف أوراق الشجر والسيف في الحجم والشكل فقط بل في تركيبها التشريحي كذلك.

ولقد ابتكر نبات شجرة *Bean Caper* وسيلة خاصة فعالة يمكن أن تقلل من سطح النتج حتى نسبة ٩٦ % ويزيد جفاف السيف في تسقط الزمالة الورقية، بحيث تترك السيقان وخلال هذا الوقت تتعرض السيقان لتغير تركيبها محدداً. فالسويقات عند ما تحمل بها تكون لها قشور رقيقة الجدران ذات طبقة واحدة، وتكون الفجوات كبيرة، وتقع في السطح القشري، وبعد سقوط الزمالة الورقية، تتمدد الخلايا القشرية، وتقسّم على نفسها مرة أو أكثر، ويزيد سمك جدران خلاياها الخارجية، وتتوارى الفجوات أسفل السطح القشري، وفي هذه الحالة تصبح حركة خلايا الفجوات محدودة للغاية، ويتعذر الانفتاح الكامل للفجوة وتخفض عمليات انخفاضها تماماً، وإذا رويت هذه النباتات رياحاً خلال موسم الجفاف فإن سقوط الأوراق لا يحدث أو يتأخر كثيراً، وتتغير السويقات تشريحاً طفيفاً جداً. إن درجة الانكماش الموسمي للسطح في عملية النتج تعتبر هائلة - إلى حد كبير - على ظروف الرطوبة السنوية النوعية، ففي سنة الجفاف تكون أكثر وضوحاً منها في العام المطر.

إن انكماش سطح النتج - كما سبق الشرح - يقلل من استهلاك المياه في النباتات الصحراوية ذات الرضاط المصنفي، وإن كان في نفس الوقت يحد من إنتاج الطاقة العضوية والنمو، لأنه يقصر عملية التشيل الضوئي على مساحة محدودة. وقد لاحظنا هذا التحدي خلال عدة من السنوات بفحص الزيادة السنوية، في طول فروع أو أغصان الشجيرات الصغيرة، ونظرنا لذلك إلى شجرة *Bean Caper* لقد نمت النباتات بنشاط أكبر عام ١٩٦٤ عنها في عام ١٩٦٢ لأن كمية المطر عام ١٩٦٣ - ١٩٦٤ كانت كبيرة، وفي عام ١٩٦١ - ١٩٦٢ أقل بكثير من المتوسط السنوي للمطر. لقد كان جفاف عام ١٩٦٣ أسوأ جفاف تعرضت له المنطقة، ولم نعلم الغصان على الإطلاق. وخلال عام ١٩٦٣ أنتجت النباتات بعض الأوراق لكن نشاطها في التشيل الضوئي كان يكتفى فقط لحياتها. ولقد ظلت معظم النباتات فوق حد الموت جوعاً بقدر طفيف، ولكن بعضها انهيار تحت هذا الحد، ولم يستطع إنتاج هذا الحد الأدنى، ومن ثم فقد ماتت، وفيه معظم النباتات القديمة على قيد الحياة على حين تأثره البذور بالجفاف الشديد.

وقد لاحظنا، مشاهداتنا كذلك على أن المعدل البطيء في النمو حتى في سنوات المطر مشابه لكل الشجيرات الصحراوية الصغيرة وهذا يفسر كذلك السبب في بقائها صغيرة حتى بعد مرور (٢٠٠ - ٢٠٠ سنة) فشجرة *Bean Caper* بعد ٢٥٠ سنة من النمو لا يزيد طولها على ٥٠ - ٧٠ سم، ولها قطر تاجها لا يزيد على ٨٠ - ١٠٠ سم وبعد المطر الغزير نحو غير عام ١٩٦٣ - ١٩٦٤ لم يزد نبات *Bean Coper* الذي درسناه إلى طول الساق الذي يقدر بنحو ١٤٧ ملليمتر مضافاً إليه الأغصان الموجودة سوى ٢٩ ملليمتر من النمو الجيد الدائم. وإنشط أغصان تلك الشجرة لم ينم أكثر من (٥) ملليمترات وهذا في عام غزير المطر. فهل لهذا النمو البطيء سمة تكوينية في الشجيرات الصغيرة وأن هذا نتيجة للجفاف في الصيف؟ لقد وجدنا الإجابة على السؤال بأن قمنا بأولى في موسم الجفاف لبعض الشجيرات الصغيرة التي تنمو في منطقة (عباءة) ومقارنتها بشجيرات قصير قهر مريضة تنمو في ظل الظروف الغابية نفسها. وفي أحد الحالات نمت الساق الرئيسية للشجرة تنمو في ظل الظروف الغابية نفسها ١٩ إلى ٤٨٢ ملليمتر باستبعاد نمو جديد من الأغصان الموجهة خلال عشرة شهور من ١٩ إلى ٤٨٢ ملليمتر باستبعاد نمو جديد من الأغصان الجانبية حديثة التكوين. وهذا يوضح على أنه إذا كانت المياه الكافية متوافرة للشجيرات فإن القدرة الحقيقية لنمو النباتات الصحراوية تكون أكبر من تلك البراءة من



معدل نموها العادي في ظل الظروف الصحراوية الطبيعية ، وفي ظل الظروف الطبيعية ينظم النبات نموه تبعاً لكمية المياه المتاحة وإذا لم تكن هذه الكمية كافية ، فإن النبات يبطئ في نموه ، بل يموت في ظل ظروف ضغوط الرطوبة البالغة الحرج ، وهذا المسمى جوعاً له جانب هام آخر ، ويحدث غالباً أن النبات كله لا يموت ، بل أن الذي يموت هو بعض الأغصان فحسب ، وتحتفظ بعض الأغصان بمادة التشيل الضوئي الخضراء التي يمكن أن توفرها المياه المتاحة ، وهذا القدر يكفي للبقاء على حياة قليل من الأغصان وأحياناً في ظروف الجفاف البالغة الشدة في سنوات الجفاف العظيم لا يعيش بهيئة الطريقة سوى فص واحد من بين العديد من الأغصان ، وخلال السنوات التالية قد تستعيد النباتات حيوتها ببطء من البراعم الخاملة ، وهذه ظاهرة رائعة تدل على أنه حينما يكون الموت جزئياً ، فإنه يصبح وسيلة للحياة والبقاء .

إن البقاء أو الحياة من خلال الموت الجزئي لا يتحقق إلا لأن الأغصان الفردية للنباتات تمتلك درجة عالية من الاستقلال الفسيولوجي ، وهي حقيقة أثبتتها دراسة أخرى شالوية مشتركة لبعض الشجيرات الصحراوية الصغيرة . فالساق الأصلية غير المقسمة للنبات الأم الذي ينمو من المحور الأساس للبذرة يمكن أن يزدهر إلى عدة سيقان وليدة ، ترتبط فيما بينها ارتباطاً مطلقاً ، أو تفصل عن بعضها انفصالاً تاماً . وفي ساحة نبات ( شجرة Bean Coper ) على سهيل المثال نجد أن عملية الانتشار تحدث ، لأنه خلال النمو الشعاعي الثانوي للسيقان فإن القلب - بدلاً من تكوين حلقات خولية - يتوقف عن النشاط في بعض المناطق ، ولا يحتوى على الانتشار إلا في قطاعات الساق المقوسة أو الغضبية التي تنمو شعاعياً ، وتكون شرائح طولية مع طول السيقان ومن ثم لا تنمو السيقان سبكة إلا في بعض الأجزاء من محيطها ، وتصبح ذات حواف عالية ، ونظراً لأن الانحمة تنمو في القطاعات التي يصبح فيها القلب خاملاً فإن السيقان تنشط إلى عدد من الوحدات المستقلة ، لكل منها نظام جذري خاص ، وأمداد مياه منفصل ، ولا ترتبط فيما بينها إلا ارتباطاً مطلقاً من القاعدة فقط .

ومن الوسائل الأخرى التي تستخدمها النباتات الصحراوية ذات النشاط الضوئي لموازنة اقتصادها المائي التقليل من كمية المياه المفقودة بواسطة سطح النتج وهذا التقليل في معدل النتج ( أي المياه المفقودة في كل وحدة سطحية أو وحدة ورقية ) ،

يمكن أن يكون كبيراً جداً . وفي حالة شجيرات ( Salt Wood ) أو غيرها على سهيل المثال فإن معدلات النتج خلال مواسم الجفاف لا تزيد على ٢٢ % و ٢٠ % على التوالي وقد وجدنا أن النباتات الأخرى أقل كفاءة .

وفي بعض الأحوال نجد أن الانكماش الموسمي أو الانخفاض لمعدل النتج يرجع إلى أن أعضاء النتج في النبات خلال موسم المطر والجفاف ليست متماثلة ، ونضوب لذلك مثلاً بشجرة Bean Coper وقد ذكرنا أن هذه الشجرة تفقد رصاتها الورقية خلال فصل الصيف ، وأن بقية السيقان تتعرض لتغيرات تشريحية كبيرة . ونحن يختبر نتج الرصال والسويقات غير النامية والسويقات الصغيرة تشريحيًا في ظل الظروف البيئية الواحدة فإنا نتحقق بسهولة من المعدل المنخفض للنتج بسبب فقدان الرصال والتركيب المتغير للسويقات . ونجد نفس الانخفاض عند مقارنة معدلات النتج في أوراق الشتاء والصيف ، لشجرة ( رأس العبد ) .

لقد درسنا حتى الآن الانخفاض في سطح النتج خلال الصيف ومعدل الترشيع للشجيرات الصغيرة التي ترشع خلال موسم الجفاف . إن الأهمية الحقيقية لهذه العوامل لحياة النباتات تنضح - كما هم ما تكون - إذا حسبنا فقدان مياه النبات كله لكل شهر من شهر السنة ، وعندئذ تنضح الكفاءة العالية للنشاط المزدوج لانكماش سطح الترشيع ، والانخفاض الموسمي في معدل الترشيع ، والتغير المورفولوجي التشريحي لأعضاء النتج والترشيع . وبعض النباتات تخفض إنتاجها من المياه خلال فصل الجفاف بنسب تبلغ ٨٠ ، ٣٠ ، ٢٢ % من قيمها الكلية القصوى ، وهي أرقام تدل على القابلية الواضحة للتأقلم لدى بعض النباتات الصحراوية ذات النشاط الضوئي تبعاً للظروف المياه في موطنها ، وتنضح هذا بشكل أكبر لأن هذه النباتات مختلفة بعضها عن بعض من حيث التقسيم والشكل الخارجى والتشريحي .

وبالرغم من ذلك ففي ظل ظروف الجفاف القاسية في صيف الصحراء هناك حالات لا تكفي فيها كل هذه الأساليب المبتكرة للنباتات الصحراوية ذات النشاط الضوئي لتعظيم اقتصادها في المياه ، من أجل موازنة الاقتصاد والاعراض ، حتى عند ما تتوافر المياه المتاحة في التربة . وفي أيام الخسوف التي ترتفع فيها درجات الحرارة إلى ٤٠ ، ٤٥ درجة مئوية تدعى فترات المياه بواسطة النتج ولو كان هناك قدر كاف من رطوبة التربة فإن الامداد من التربة غالباً ما يقصر عن مساهمة معدل اخراج المياه ، ما يؤدي



الى قصور موقفة على ان الطلقة تعالج خلال ساعات الليل ، فالترشيح خلال الليل  
يكاد يكون معدوماً ، لكن امتصاص المياه من التربة يستمر ، ويستعيد النبات ما فقد  
بالوصول الى نقطة التشبع الكامل ، بحيث يكون مستعداً ان يبدأ في اليوم التالي  
بموازنة مائية متوازنة داخلها ، ومن ثم فان حالات القصور هذه تكون عارضة ، ولكن  
مع الجفاف المتزايد وقصر الرطوبة المتاحة في التربة يتعذر على النبات تدريجياً  
استعادة الذي يفقده كل يوم والذي يتراكم يوماً بعد يوم ، وفي دنيا الطل عند ما نتجاسف  
حداً من سبق تعيينه من قبل ، فان اللون العجز المتراكمة تؤدي الى الافلاس ولكن  
في عالم النبات تستطيع معظم النباتات الصحراوية ذات النشاط المصنعي تحمّل  
خسارات مائية هائلة خلال فصل الجفاف ، ومن ان تصل الى مستوى الافلاس ، وهو  
عامل تدبّر له تلك النباتات جزئياً بالبقاء في حالتها النشيطة .

وموازنة اي نظام اقتصادي لها جانبها الاثني وجانبها المادي . ولقد درسنا  
حتى الان الجارب المادي لاعتناء مياه النباتات الصحراوية ، فكيف يبدو الجانب  
الدائن ؟ ايها موارده مياه النباتات ؟ وكيف يتم استغلال هذه الموارد ؟ لان الندي  
كموه للمياه ليست له اهمية للنباتات الصحراوية العليا فهي لابد ان تعتمد على رطوبة  
التربة المتاحة التي تخص من خلال الجذور . ان جذور شجرات الصحراء والشجيرات  
الصغيرة تتكيف اساساً مع ظروف الرطوبة في المواطن الخاصة بها . ان نظم الجذور  
حين تنمو فوق قمم التلال والسهول والسهول الطفلية تكون شديدة الضخامة وهي  
لا تخترق الى ما هو اعمق من ( ٣٠ - ٥٠ سم ) وذلك لانه اما ان تكون التربة التي  
هي اكثر عمقا غير متوافرة ، او ان تكون الطبقات التي هي اعلى جافة بشكل دائم .  
والنظم من ذلك فان الامتداد الجانبي لنظام الجذور كبير ، ولا يتلاءم مع حجم النباتات  
ففي الوضع المثالي للنباتات الصغيرة نسبياً لشجرة *Bean Capor*  
نجد ان الجذور الجانبية تمتد في مساحة تبلغ نحو ( ٤ - ٧ ) امتار مربعة ، على حين  
نجد ان اجزاء النبات كلها فوق الارض لا تغطي اكثر من ٤٠ - ١ متر مربع  
اما الارقام بالنسبة للنباتات القديمة فقد تصل الى ( ٣٠ - ٤٥ ) متراً مربعاً بالنسبة  
للجذور و ( ١ - ٢ ) متر مربع لاجزاء النبات فوق الارض . ومن ثم فان نسبة السورن  
في النظام الجذري كله الى فن الاجزاء فوق الارض عالية جداً ، ومعنى ذلك ان كل  
وحدة من سطح الترشح تزود بالمياه من جذور عديدة اكثر من المعتاد في  
النباتات غير الصحراوية .

ان الشجيرات التي تنمو في الاودية الطفلية او الحبابية حيث توجد المياه في طبقات  
اعلى لها جذور تخترق اعماق مترين الى اربعة امتار وأكثر . وبعض هذه الشجيرات  
على سبيل المثال لها طريقان : الجذور الرئيسية التي تخترق الاعماق ، اما الجذور  
الجانبية العلوية فهي سطحية ، وتمتد فوق مساحة كبيرة ، وفي الفراغ الكبير نسبياً الذي  
تعيش فيه جذور كل نبات ، فليس هناك تنافس على المياه بين النباتات الدائمة التي  
تحتل نفس المواطن وان كانت مثل هذه المنافسة شائعة جداً في ظل الظروف التي هي  
اقل جفافاً حيث تنمو الشجيرات على مسافات متقاربة .

ولجذور النباتات الصحراوية المختبرة ميزتان او صفتان متناقضتان الى حد ما  
مع المعلومات المعروفة بشكل عام عن الجذور . فالاجزاء القديمة من الجذور التي  
تتحول الى خشب وتغطى بالطبقات الطفلية تكون جذيرات صغيرة بسرعة هائلة كلما تشبع  
التربة المحيطة بالرطوبة ، ومن ثم فان النظام الكلي للجذور هو الذي يمتص المياه  
لا الاجزاء الصغرى فقط اما الشجيرات الجذرية - وهي اربط العناصر في امتصاص  
المياه - فتغطى الجذور الصغيرة من القاعدة حتى القمة ، وعلى رقبتيه ، معظم  
كتب علم النبات لا تقتصر على مظاهر محدود وضيق فوق دقات النمو ، فهي تظهر بعض  
ساعات قليلة من اول مطر يسقط ، فضلاً عن ذلك فان نظم الجذور في كل الشجيرات  
الصحراوية والشجيرات الصغيرة معروفة بسوريتها وقابليتها الفائقة للتأقلم والتكيف .  
وعلى سبيل المثال : نجد ان شجيرة *Salt Wood* تنمو عادة في السهول  
الطفلية حيث يكون لها نظام جذري ضحل ، وان كانت توجد احياناً على حواف الاودية  
وعندئذ تخترق جذورها الارض الى اعماق كبيرة .

ومن الاهداف الرئيسية في محاولتنا تبين كيفية مواجهة النباتات لتحديات  
الصحراء - ان تحدد مصادرها من المياه . ولذلك كنا نقيس على فترات منتظمة عناصر  
المياه في التربة تحت النباتات باستخدام الطريقة العادية باخذ عينات عشوائية  
بالقرب من الجذور والنباتات وتحليلها بحثاً عن المياه . وكان عنصر الرطوبة التربة فسي  
أغسطس وسبتمبر عادة ما بين ٦ % - ٨ % من الوزن وفي هذا النوع من التربة  
فان رطوبة التربة لاقل من ٦ % - ٨ % غير متوافرة للنباتات ، لان الجذور  
غير قادرة على استخراج الرطوبة المحيطة بجزئيات التربة وإذا كان الندي قد استبعد  
كمصدر ، فكيف يمكن للنباتات النشيطة صيغاً ان توفر المياه الكافية بعد انخفض  
رطوبة التربة لاقل من ٤ % - ٦ % ؟ ولم يستطع حل هذا اللغز الا بالتحليل



الميكروسكوب الدقيق فطبيعة التربة فوق قم التلال والسفوح تحتوي على كمية كبيرة من الأحجار ( ومحدرات صخور ) الهامادا ) ونحن اختبرنا عينات من مقدار متناهية في الصغر من التربة تحت هذه الأحجار وجدنا أنها في أشد الفصول جفافا لاتزال تحتوي على نسبة ٩ % الى ١٢ % من المياه من الوزن . وتبحث الجذيرات الصغيرة عمن هذه الجيوب وتعتبر الموارد الأساسية للرطوبة خلال فصل الصيف ، ولذلك فمن الواضح ان تحجر تربة الصحراء ولا سيما القاعدة الصحراوية له أهمية بيولوجية عظيمة لا نفسي زيادة مقدار المياه المتسربة الى التربة فقط ( انظر الفصل التاسع ) بل في خلق مشكل هذه الجيوب المائية والحفاظ عليها أيضا . ان الشقوق والمدايح في القاعدة الصخرية السفلية تشل كذلك بالمياه ، وتخرق الجذور ، وتنتد الى هذه الشقوق خلال فصل الصيف ، وتستغل هذه الموارد .

ان بقاء النباتات الصحراوية وحياتها لا يتوقفان على اقتصادها في المياه وقد رتبها على التشيل الضوئي فقط بل على قدرتها على تثبيت نفسها في الوقت المناسب في المكان المناسب أيضا وهذا يتحقق من خلال تفاعلات الاستنبات المتعددة للبذور التي كيفت نفسها كذلك مع الظروف الصحراوية الخاصة ، ولعل أبرز مظاهر بحثنا الصحراوية البيولوجية كانت الاكتشاف التدريجي للتناقض التام بين البيئة والسلوك الاستنباتى ، لقد سجلنا على مدار عدة سنوات وبالتفصيل حيات حياة معظم النباتات التي تنتمى لمجموعات الأشجار القصيرة الثلاث ، وقد تضمن تقدير وقياس استنبات البذور ونموها وموتها وبقائها لعدد من السنين في قطع أراضى مخصصة للملاحظة تبلغ مساحتها مترا مربعا . وقد تلقت بعض القطع مقدار متفاوتة من الري الصناعى ، وخاصة في فصل الصيف لمحاكاة المطر الإضافى غير الموسمى بيد أن هذا المطر الصناعى لم يؤد السى استنبات بذرة واحدة من الشجيرات أو الشجيرات القصيرة أو أعشاب صحراوى آخر حتى عند ما كان الري متوافرا ويبدو انه لا يمكن التأثير على تلك النباتات باستنباتهم بواسطة أمطار صيفية غير طبيعية ، وهذا نوع من ( التكيف ) الواضح لم أطلق عليه العالم " بوننج " ( التركيب الزمنى للبيئة ) .

وفي أسوأ عام للجفاف عام ١٩٦٣ لم تستنبه بذرة واحدة من الشجرة المعروفة باسم شجرة ( رأس العبد ) فضلا عن ذلك فخلال العامين الماضيين كان المطر أقل من المتوسط فلم يحدث الاستنبات في المربع الواحد كيفما كان ، وفي المربع الثانى لم تستنبت الا بذور قليلة ، لكن البذور والبزيرات سرعان ما ماتت . ومن ناحية أخرى

فان الاستنبات خلال السنتين المطيرتين ( ١٩٦٤ - ١٩٦٥ ) كان طيبا ، واشبه معظم البذور ان لم يكن كلها ، وبالرغم من ذلك فاننا لم نمجل سنة للاستنبات الجماعى لبذور شجرة ( رأس العبد ) مميزة للنباتات الحولية الصحراوية . ولكن بسبب المعدل المرتفع للحياة للبذور القليلة نسبيا - ثبته شجرة ( رأس العبد ) نفسها بشكل هائى في قطع الاراضى المخصصة للملاحظة بعد عامين من المطر . وكان سلوك - اشهر الشجيرات الصحراوية القصيرة الاخرى مشابها .

وتشير هذه الملاحظة الى ان البذور لا تستنبت وتنتج بذيرات تعيش الا خلال سنوات معينة .

ولذلك فان مجموعة فصائل الشجيرات القصيرة النامية بجبان تتألف من نوعيات تنتمى لمجموعات ذات سن زمنى معين ، مع فواصل زمنية في العمر بينها . ولقد كانت هذه الظاهرة تماما حين حد لنا عمر نباتات شجرة ( Bean Coper ) التي كانت تنمو فوق القطع التي تقدر مساحتها بخمسة متر مربع في الموطن النموذجى . وقسمنا حد لنا عمر النباتات بحساب الحلقات الاضافية الحولية في السيقان اذ تظهر كل سنة حلقة جديدة واحدة . وتشير الفواصل الزمنية بين مجموعات العمر الى سنوات الجفاف عند ما كان الاستنبات ضعيفا او ان البزيرات القليلة التي حاولت النشوء قد ماتت . وتشير هذه الملاحظات كذلك الى ان فرص الاستنبات الناجح والبقاء تحدث في المتوسط مرة ما بين ( ٥ - ٧ ) سنوات ، ويبدو ان هذا كاف لتمكين مجموعات الشجيرات القصيرة الدائمة من البقاء غالبية وسائدة في الموطن المثالى .

نتقل الان الى الاشجار الصحراوية ذات النشاط الصيفى لأن الاشجار لا تنمو في الصحارى الا في الموطن التي بها كمية مياه سنوية كافية ، بحيث تستطیع الشجرة تكوين ( كتلة حرجية ) كحد أدنى مع الاحتفاظ بها . وهذه المعايير هي الواحات والمستنقعات الملحية ، وبعض الاودية الرئيسية في الربع . وفي الواحات تصل جذور الاشجار الى حوض المياه الجوفية والطريق من سدوم الى ابلاء عبر وادى ( عريضة ) يمر بعدة من مثل هذه الواحات التي تبرز فوق السطح القاحل بقعا خضراء يسودها عدد من الاشجار موطنها الاصل افريقيا الاستوائية .

واهم هذه الاشجار هي : Tooth brushter وشجرة البلسم المصرية وشجرة ( Horse radish tree ) ونخيل الدوم وهي واضحة كسل



الوضع ، نظرا لانها على النقيض من جميع اشجار النخيل ذات سيقان مليئة بالفروع  
وتوجد هذه الاشجار في هذه الجيوب المدارية بعيدا عن مركز تركزها بسبب الظروف  
الجغرافية الطبيعية الخاصة للوادي الاخدودي في (عربة) حيث ترتفع درجات  
الحرارة التي لا تقل عن درجة الصفر المئوية كما ان المياه الجوفية الشاحنة تتراكم في بقع  
معينة ، واحسن وصف لها ذلك الوصف العربي الذي يقول عن نخيل البلح : **روسه**  
مشتعلة بالنار لكن اقدامها تسبح في المياه الباردة .

اما المستنقعات الملحية الدائمة الرطوبة في الطرف الجنوبي للبحر الميت فهى  
تظهر كغطاء مائى مزرهر ، ولا سيما اشجار الطرفاء التي تكون اذغالها كثيفة بأغصانها  
التيحيلة المغطاة بأوراق صغيرة فاتحة الخضرة وفي وقت الازهار نجد ان الازهار  
البنفسجية الفاتحة تحول المستنقعات الملحية الى حدائق حقيقية ، وتشبع الارض هنا  
احيانا بالرطوبة حتى في موسم الجفاف ، وتستهلك اشجار الطرفاء المياه بسخاء ، لأن  
جذورها تصل الى حوض المياه العتق الملحة (نسبة ٢٠ ٪ او أكثر من الاملاح) وهى  
نمبة غير ضارة بشجر الطرفاء وان كانت سالمة لمعظم النباتات لانها على الأرجح ذات فائدة  
خاصة تفرز من خلالها فائض الاملاح . ونحن نعرف ثمانية انواع مختلفة من شجر  
الطرفاء تنمو في الارض الملحية للبحر الميت ولوادي عربة وبعضها متوطن في المنطقة .

وهناك بعض الودية الرئيسية التي تعتبر مواطن اخرى تنمو فيها الاشجار  
فالودية العديدة التي تتجه من الشرق الى الغرب في وادي عربة مليئة بعدد كبير من  
اشجار (الاكاشيا) الخضراء التي تناقض تناقضا حادا مع السطح الاصفر المشرب  
باللون البني . وهى تنتمي لثلاث فصائل مختلفة والموطن الاصلى لشجرة (الاكاشيا)  
هو حشائش السفانا في افريقيا ، وقد انتقلت الى النقب من الجنوب الاقصى وبمعدلات  
النتح فيها عالية جدا بحيث تصل الى درجات قصوى احيانا ( ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ ملليجرام )  
من المياه في الساعة لكل وزن جرام من الورق ) . ومعنى هذا الرقم ان اوراقها تفقد  
في ساعة واحدة أكثر من ثلاثة امثال كمية المياه التي تحتوى عليها . ومثل هذه المعدلات  
العالية في النتح ليست قوية في النباتات الصحراوية ، فلبعض النباتات الاخرى معدلات  
قصوى تصل الى ٢٢٠٠ ملليجرام في الساعة .

ولكن بعد قياس جميع نباتات النقب تبين انه ليس هناك سوى اشجار (الاكاشيا)  
التي تصل الى هذه المعدلات العالية في منتصف الصيف الجاف على حين يحدث هذا

مع النباتات الاخرى خلال موسم الشتاء المطير . وتختلف اشجار (الاكاشيا) كذلك عن  
الشجيرات والشجيرات القصيرة في ناحيتين : الاولى ان معدل الترشيع اليوس لا يسدل  
على حدوث انخفاض في منتصفها لنهار خلال موسم الجفاف ، ومعدل الترشيع الشهري  
المتوسط يتزايد ، ولا ينقص خلال فصل الصيف ، ويمكن لاشجار (الاكاشيا) ان تنقسم  
بكل هذا ، لانها تستغل أية رطوبة في التربة في الودية الحصاوية حتى عمق عدة امتار ،  
بط في ذلك حوض المياه الجوفية ، ومن ثم فان هذه الاشجار مؤشرات طيبة لتوافر  
المياه طول العام ولوجودها تحت سطح الارض .

وتمتاز اشجار الاكاشيا بسمة اخرى غير عادية فهى دائمة الخضرة ، ولكن ليس  
بالمعنى المألوف للكلمة . ففي الصيف بعد تكوين عدة اوراق تسقط اوراقها القديمة  
ومع اقصائها ، وهذه الظاهرة جزء من تراشها المنقول من افريقيا حيث تسقط الاوراق  
في فصل الصيف .

وفي مناطق حشائش السفانا تفقد الاشجار اوراقها القديمة خلال فصل الصيف  
الجاف ، وتبدل اوراق جديدة عند سقوط امطار الخريف ، وقد احتفظت بهذه المادة  
في ظل الظروف المختلفة للنقب .

كما ان المنخفضات والودية الحصاوية في هضاب النقب ذات المياه الاحتياطية  
تضم نوعا آخر من الاشجار هي شجرة الفستق الاطلسية التي تسقط اوراقها في بداية  
فصل المطر والبرد ، وعلى خلاف شجرة (الاكاشيا) المدارية - رشاء هذه الشجرة في  
الهضبة العالية في آسيا الوسطى ( المنطقة الايرانية الطورانية ) ثم تنسحب الى النقب  
من الشمال . وخطوط الحدود الجنوبية والشمالية لاشجار الفستق والاكاشيا تتلامس  
في النقب .

وشجرة (Saxaul) اللارقية من اشجار الايرانية الطورانية الاخرى ،  
ومن انواع حشائش الاستبس والصحاري جنوب روسيا واسيا الوسطى . ولقد وجدت نفس  
النقب وسطا ببثيا خاصا جدا في الكتبان الرملية الداخلية والحقول الرملية حيث تصل  
جذورها الى حوض المياه الجوفية .

وهذه المجموعة الاخيرة من النباتات الصحراوية الرشيدة صيفا هي الحوليات  
ذات الموسم . وعلى النقيض من ثبات النباتات الحولية ذات الالوان الزاهية النسي



تغطي اراضي الصحراء خلال موسم المطر الغزير ، وتنتوي في ابريل ومايو ، والحوالباء الشتوية - نجد ان الحوالباء الفصلية تبقى حية وشبابة خلال الصيف ، ولا ينتمى الى هذه المجموعة سوى خمسة أنواع فقط ، وكلها من أسرة ( السرمقيات ) التي تنمو في نواح كثيرة بسطاء وخصائص مميزة . ونجد في النقبان شجرة ( Saltwort ) وشجرة ( Volkens saltwort ) هي أهم الحوالباء ذات الفصائل الخمس هي أكثر انتشارا ، فالشجرة الاولى تعيش فوق سفوح صخور ( الهالدا ) ومنها تنمو اي بقعة يكون الايمان قد دمر فيها الغطاء النباتي الطبيعي ، وأثار اضطراب التربة . وكلما شيد طريق جديد أو تم مد خط انابيب ، أو خط سلكي - فإن هذا النبات يظهر على الفور بأعداد هائلة ، ويحتل الموطن الجديد ، ولكن بعد سنتين أو ثلاث سنوات يختفي ، ويسيطر على المنطقة نباتات أخرى .

اما دورة التطور او النمو لهذين النوعين فتبدأ باستعداد الوحدة المنفصلة - فهو سقوط المطر الاول ، وتنتج البذريات زهرة صغيرة ذات اوراق عسارية ، وتبقى في هذه المرحلة معظم فصل المطر . وفي بداية فصل الجفاف ، حيث تنمو الحوالباء الشتوية تبدأ سيقان اشجار ( Saltworts ) في النمو وتسقط الاوراق الشتوية الكبيرة نسبيا ، وتظهر اوراق صيفية جديدة اصغر ، وتصبح متزايدة الجفاف اشبه ما تكون بالقشور او القشريات ، وتستمر السيقان في النمو حتى شهر سبتمبر ، ومن يوليو الى اكتوبر تزهر النباتات وتنتج البذريات المنفصلة الناضجة خلال شهرين اكتوبر ونوفمبر بحيث تكون مستعدة للنبات مع سقوط اول مطر . وهي تتجمع تحت النباتات الاصل ( الام ) الذي انفصلت عن بواسطة مياه التعريف المطري والليل . وفي نفس الوقت يموت النبات الام .

وفي كل عام كلما رأينا نبات ( Saltwort ) في المسلح بنمو فوق السفوح والمنحدرات التي يسودها الجفاف خلال موسم الجفاف البالغ الحرارة ، بعد هشتا من جديد ازاء القدرة الذهلة لهذا النبات على النشاط الوفير خلال موسم الصيف ، وهذا أكثر اشارة للدهشة ، لانه على النقيض من السلوك الجذري للنباتات الشجيرات والاشجار ذات النشاط الصيفي فإن نظام الجذور انواع اشجار Saltwort محدود وصغير .

لقد ظننا في البداية ان هذه الاشجار ذات الموسم مثلها مثل ( الاشواك ) تستخدم الندى كمصدر للمياه اثناء الصيف وبعد ليلة مفعمة بالندى يشبع النبات كله

بالرطوبة وتنقص الاوراق الرطوبة ، وهكذا فإن كميات المياه المتاحة تصبح وفيرة بحيث تتراوح من حد ادنى قدره ٢٠٠ ملليجرام من الندى لكل جرام من الوزن الطيناني من النبات الى حد أقصى حوالي ٧٥٠ ملليجرام في الجرام الواحد من الوزن . وإذا لم يتكون الندى خلال الليل فإن الرطوبة العالية نسبيا في الجو تتبخر قدرا قليلا من المياه لكننا وجدنا ان الندى المستمر خلال الليل لا يكفي لتغطية فاقد المياه بواسطة النتح او الترشيح اثناء النهار . وكانت أكبر كمية من المياه قضا بقياسها تكافئ تكفي ساعتين من النتح في الصباح الباكر . وهناك نباتات أخرى ذات نشاط صيفي تنمو بالندى ، الا اننا لم نجد انه مصدر هام للمياه .

وكان يمكن ان يكون هناك مصدر مائي آخر ، هو الندى الجوفي ، او التكثيف المائي في التربة . ويقول العالم ( بويكو ) ان هذا يحدث في الصحاري القارية وخاصة في التربة الرملية ، ونحن لم نمارس هذه التجربة في ظل ظروفنا ، وإذا حدث ذلك ، وكان هذا ممكنا فإن كميات الندى الجوفي ( تحت الارض ) كانت من الضالعة بحيث لم تستطع معدتنا قياسها .

ان مصدر المياه لهذه النباتات خلال الصيف هو نفس الجيوب المائية تحت سطح الاحجار التي تعيش عليها جذور الشجيرات القمية وتتشابه تفاعلات الجفاف والحياة الاساسية للحوالباء الفصلية . والشجيرات في نواح كثيرة ، فهي ذات سطح ترشيح صغير في التكوين ، ولها القدرة كذلك على نفس مساحة السطح الى حد كبير اثناء الصيف ، وينخفض معدل النتح كذلك خلال فصل الجفاف . ولما كانت التربة تحوي على مياه وفيرة فان الفجوات تظل مفتوحة طوال اليوم بحيث تسمح بعملية التشيل الضوئي كاملة مع فقدان كمية كبيرة نسبيا من المياه وقت الظهيرة . وعندما تشح مياه التربة فإن الفجوات لا تتفتح تفتحا كاملا الا في ساعات الصباح الباكر . وينخفض معدل النتح احيانا الى نقطة اصغر ظهرا .

وبما تكن درجة التشابه بين الشجيرات القمية والحوالباء الفصلية في هذه الساعات فهي تختلف اختلافا كبيرا في الانباء وفي ذبول البراعم الصغرى .

ورغم اوجه الشبه بين الشجيرات القمية والشجيرات الحولية ذات الموسم فانها تختلف كثيرا من حيث الانباء وعمر البذريات . وفي بعض السنوات تنبت الوحدة



المنفصلة للخجرتين نموًا كثيفًا حين كانت الظروف مواتية . وخلال أسوأ سنوات الجفاف حدث بعض الانبات والرفق من ذلك فقد كانت نهشتنا بالغة عند ما سجلنا انه عند انبات عدد كبير من الوحدات المنفصلة كان معدل ذبول البراعم مرتفعًا . ووصات قلة من النباتات الى مرحلة النضج . وكانت وحدات منفصلة جديدة . وعلى سبيل المثال في عام ١٩٦٥ سقطت اطار مقدارها ١٦٢ ملمترا خلال موسم المطر ٦٤ - ١٩٦٥ فثبتت أكثر من ٣٠٠ وحدة منفصلة في مربع واحد . لكن سرعان ما ماتت كل هذه النباتات على التقيض من الوضع في العام السابق . حين عاشت كل البراعم التسعة التي كانت قد نبتت . ويرجع ذبول كل هذه البراعم في موسم ٦٤ - ١٩٦٥ الى التنافس على (طرية التربة ليحيى البراعم) (الجفاف) لا توجد منافسة كبيرة بينها . وكل هو الحال مع شجرة (راس العبد) فان الامطار الصاعدة الصيفية لم تساعد على انبات برعم واحد .

وهناك بعض النقاط الاضافية الهامة الاخرى التي تتعلق بالانبات للحواليات ذوات الفصليين تحتاج لزيد من المناقشة . وتعتمد حياة الانواع الحولية على خواص الانسداد للوحدات المنفصلة بأكثر مما تعتمد عليها النباتات الدائمة . وذلك لان دورة الحياة الخاصة لكل منها تبدأ من جديد كل عام بالانبات . وفي ظل الظروف الصحراوية بعد الانبات اخرج فترة في دورة حياة النباتات الحولية . ان المعرفة الفسيولوجية والايكولوجية (اي الظروف البيئية) للانبات ضرورية لفهم أسلوب قدرة هذه النباتات على الحياة .

ان الوحدات المنفصلة لشجرة (Saltwort) غير المسلحة تحتوي فوس اجزائها الخارجية على مادة تعوق عملية الانبات . وهي مياه مذا بقولاً بد من غسلها . وترشها قبل ان تثبت الوحدات المنفصلة . وهي تقوم بهذا العمل عادة بنفسها في الجودة في الضوء او الظلام في درجة حرارة تتوسطها من ٥٠ مئوية الى ٣٠ مئوية .

وعند ما تطلق الوحدات المنفصلة . او تتحرر من الجزء المعوق فان المحسبات المنفصلة الحديثة الانبات تعطى انباتا بمقدار نسبة ١٠٠ % ولكن مدة حياتها محدودة . وإذا اختزنتم فهي تفقد حيويتها او قدرتها على الحياة . وبنهاية شهر ابريل ينمو عدد محدود فقط . وبعد مضي عام تكاد تكون قدرتها على الحياة قد ضاعت . والمضامين البيئية في هذا الصدد واضحة . ان النبات الاصلى يسقط كل الوحدات المنفصلة الناضجة بحلول شهر نوفمبر . وسوف يقوم اول مطر يتساقط بغسل وترشيح الجزء المعوق بحيث يمكن

للوحات ان تثبت في ظل نطاق فسيح جدا من الظروف البيئية التي قد تعقب سقوط الامطار . وإذا كانت الامطار الاولى رطبة خفيفة . فان عملية الغسل لن تكون كافية . ولن تنمو تلك الوحدات . ويكفل هذا التفاعل ان عملية الانبات لن تحدث الا عند سقوط كميات كافية من الامطار لا لحدوث الانبات فقط بل لضمن درجة معينة من الرطوبة والازدهار للبراعم . وهذا المقياس الداخلي الى جانب فقدان قدرة الوحدات المنفصلة على الحياة يربط عملية الانبات بموسم المطر .

وتتجمع الوحدات المنفصلة في الغالب تحت النباتات الام والاصلى بسببونها وإذا كان النبات الاصلى قادرا على تكوين عدد كبير منها . فان الانبات الكثيف يحدث عند سقوط امطار وفيرة لكن امكانيات فرص البقاء بين البراعم المنافسة بالقرب من النبات الاصلى محدودة . ونظرا لان قد تحدث بعض السيول اثناء فصل المطر الغزير . فسان بعض هذه الوحدات المنفصلة سوف تقلد المناطق التي لا تكون فيها اشجار Saltwort قد تثبتت نفسها . وحيثلا يوجد تنافس بين البراعم والبذيرات وهذه الطريقة تستمر هذه الانواع مناطق جديدة ومن ناحية اخرى اذا كان النبات الاصلى قد حاول بسبب الظروف غير المواتية الا بنضج الا قليلا من الوحدات المنفصلة خلال فترة نموها . فسان امكانيات وفرص الحياة للبراعم بالقرب من النبات الاصلى تكون طيبة . في سنوات الجفاف . ولن تغزو الفصائل الجديدة في تلك السنوات مناطق جديدة . بل تبقى في المناطق الاصلية .

وقد تعرفنا كذلك على جهاز تكيف آخر في الشجيرات القلبية حين لاحظنا ان البراعم التي نمت في تلك المنطقة قد تراكمت اسفل النبات الام والاصلى الذي يسل . وفي تلك السنة - بشكل خاص - حدثت عملية استنبات بتأثير المطر الاول مرة . وجاء في اعقابها فترة جفاف طويلة . جفت خلالها كثير من البراعم . قبل ان تصل جذيراتهم الى التربة . ويمكن لهذه البراعم ان تجف في اي وقت حتى مدة ٢٥ ساعة بعد بسد الامتناع . ثم تظل قادرة على استعادة الحياة تطلما . حيث تتوافر المياه مرة اخرى . وعند ما يبدأ الجفاف خلال ٢٥ - ٢٦ ساعة بعد بدء الامتناع . فان البراعم لا تستعيد حياتها . وتتلاقى ( نقطة اللاعودة ) هذه مع بدء نمو الجذيرات الجانبية . وعلى التقيض من معظم النباتات العليا . لا يبدأ استنبات شجيرات بنمو ( الجذير ) بل يتعدى ساق البراعم . واثناء الفلقات ( وقات جنينية ترانسق بروز الزهيرات ) .



(والجزء تحت الكأس) - مثل الاشياء - فادرة على التجفط ما دام الجذب لا ينمو ، وهذه الخاصية ذات فائدة كبرى وخاصة عند ما يكون هناك فترة قمرية ملامسة بين الامطار . ان البراعم التي تخرج من هذه البزرة وتنبث فوق الارض تنمو قبيل ان تسرب الجذيرات الى التربة وتخترقها .

ولقد طوع شجرة ..... Tolken's Saltwort  
قدرة جديدة على التكيف ، فهي تمتلك نوعين من الوحدات الانفصالية تختلف في اللون وقابلية الانبات . واحد هذين النوعين اخضر ، ويحتوي جزيته مثل الوحدة الانفصالية لشجرة (Saltwort) على مادة الكلوروفيل ، والنوع الآخر لونه اصفر لا زودنا تلك المادة . ان قابلية الوحدات الانفصالية الخضراء للاستنبات لشجرة Tolken's والاشجرة الاخرى Saltwort تكاد تكون واحدة ومتشابهة . لكن الوحدات الانفصالية الصفراء تكون خاملة حتى بعد نضجها وجمعها بقليل ، ولا تنبت حتى عند مسا تكون كل الظروف مواتية للنبات . فهي تفقد حالة الخمول ببطء مع مرور الوقت وتتقاسم قابلة للاستنبات مدة طويلة . وحتى بعد خمس سنوات يمكن لها ان تنبت نباتا كاملا في ظل الظروف المناسبة .

ان وجود نوعين من النمار له اهمية بيئية كبرى . وعند ما تسقط الامطار فسان احدى مجموعتي الوحدات الانفصالية تنبت على الفور بعد نضجها على حين تبقى الاخرى دون انبات كخزير في التربة ، ولا تنبت قبل سنة من تكوينها . ان هذا السلوك يقلل من الخطورة على كل النباتات الحولية من حيث توافر المياه للتربة في بعض السنوات وقسم الانبات ، او حدوث جفاف في السنة التالية ما يعوق وصول البراعم الى درجة النضج والتنافس من اجل دورتها في الحياة . وهذه الطريقة تترك بعض البذور لتحاول من جديد عملية الانبات في موعد لاحق حين تتاح ظروف رطوبة التربة ، وتكون أكثر ملائمة لحياتها ومقاسها .

## الفصل السابع عشر

### تأقلم النباتات مع الظروف الصحراوية

( ٢ )

تناولنا في الفصل السابق نوعين من النباتات الصحراوية : النباتات التي تستطبع تحمل الجفاف ، والنباتات التي تنشط تغلغل فصل الجفاف . وسوف نتناول الآن تغلات الحياة للنباتات الصحراوية التي لا تكون نشطة الا عند ما تكون الطبقة العليا للتربة مشبعة بالرطوبة ، ومن ثم تصبح خاملة خلال موسم الجفاف .

#### ١ - النباتات الخاملة خلال موسم الجفاف :

حين تكون الامطار وفيرة فان هذه النباتات تحول اجزاء من النبق وخاصة الاودية والمنخفضات الى مروج صحراوية . ولقد حدث هذا على سهل النال في مارس - ابريل ١٩٦٤ حين كانت رطوبة التربة والظروف المناخية مواتية للنباتات الكثيفة . فقد تحول السطح الصحراوي لفترة قصيرة الى سطح غير صحراوي تسود فيه النباتات الخواوية الصفراء والبرتقالية والبنفسجية التي اضفت ألوانا عديدة على هذا السطح .

وقد امتلأت السفوح بأزهار الزنبق الصحراوية المحروا المشربة باللون الاصفر كما امتلأت الاودية وسفوح التلال بأوراق صحراوية خضراء .

وهذه الازهار الوفيرة التي نشأت عام ١٩٦٤ لم تظهر بسبب وفرة الامطار فحسب ، بل من التوزيع المناسب لعملية الرشح ايضا حين كانت درجات الحرارة الموسمية تناسب عملية الانبات لكثير من الفصائل النباتية . فالمشاهد الطويلة كانت بالرغم من ذلك قصيرة العمر ، وقد انتهت بعد مرور حوالى ستة أسابيع . وفي نهاية شهر ابريل ، جفت الخضرة وعادت النبق الى لونها الرمادي والبنى الفاتح والبنى العادي . وفي سنوات اخرى وخاصة في عام الجفاف عام ١٩٦٢ ، كان الانعاش يبدل جهدا خاصا كي يعثر على نبات جديد من تلك الانواع التي ازهرت بغيرة في السنوات المطيرة الرطبة . المافسى السنوات ذات الامطار المتوسطة فلا تظهر هذه النباتات او تزهر الا بأعداد قليلة



نسبياً ، حين تستطيع ان تتزامن فترة نشاطها مع ظروف رطوبة التربة .

وهي في بداية الصيف الجاف لما ان تذبل او تنفد اجزائها الخضراء النشيطة فوق سطح الارض . وهناك ثلاث مجموعات رئيسية من هذه النباتات الصحراوية الخاملة صيفا ، وهي نباتات ذات ابعال وجذور وأعشاب دائمة صغيرة وحوليات شتوية .

ان الابعال او الجذور للنباتات الارضية التي تدفن في التربة وتبقى خاملة خلال فصل الجفاف تحميها من الجفاف والتعرض للحرارة الزائدة طبقات التربة المكشوفة من الانسجة الذائبة او القلبية وهي في هذه الحالة الخاملة تحتاج الى قدر طفيف جدا من المياه ، هذا اذا احتاجت على الاطلاق . حتى تعيش ، ومن ثم تتجنب ظروف الجفاف في البيئة . ان الابعال الخاملة للأعشاب الزرقاء في صيفا على سبيل المثال يمكن ان تتعرض لحرارة تصل الى ٨٠ مئوية دون ان يؤذي ذلك الى تلاف لها . ومع ذلك فبعد سقوط الامطار الاولى وما ان تشبع التربة بالرطوبة بالقرب من الابعال والجذور حتى تكون جذورا وجذيرا بسرعة فائقة بعد اقل من ١٢ ساعة من تبلل السطح . الامطار الاولى للتربة حتى عمق ٢ سم ، وتظهر الجذيرات الاولى فوق نبات القصب القصر ، وبعد ساعات قليلة من مخطط شبكتها الكثيفة بالطبقة العليا للتربة . ان جذور كثير من النباتات الارضية سطحية الى اقصى حد . وعلى سبيل المثال فان نبات القصب الجذور لحشائش صيفا الزرقاء والبرق في القصر لا يزيد في عمقه على ما بين ( ٥ - ١٠ سم ) من التربة . بل انه حتى جذور النباتات ذات الابعال والجذور الكبيرة مثل زنبق الرقب والازهار الصحراوية الاخرى لا تخترق طبقات اعظم من ( ٣٠ - ٤٠ سم ) وما ان يبدأ تكوين الجذور حتى تصبح الاطراف العليا للبراعم الواقعة داخل الابعال والجذور وانسجمت تحميها طبقات من القش الجافة - تصبح نشيطة وتبدأ في تكوين اوراق فيسوق الارض . وتنتج الاوراق لمدة قصيرة كافية لتتيح للابعال ان تنمو ، وتكون بصيرة جديدا وسبقا ارضية تتدد وتنمو في مواضع انبعاث جديدة . وبعد قليل من البرق تزهو النباتات ، وتنتج الثمار والبذور ، وخلال نشاط النباتات تستخدم المياه المتاحة بنجاح . بعدد متساو نسبيا مع قليل اومع انكماش في سطح التربة .

ولكن حين تصل رطوبة التربة في منطقة الجذور الى درجة الندرة - تجفف الاوراق على الفور ، وتبدأ في الذبول ، وتختفي الجذيرات ، وتدخل الابعال والسيقان الارضية الجذرية مرحلة الخمول من جديد .

لقد تعلمنا من عام ١٩٦٣ بعض الحقائق الهامة عن النباتات الارضية في الرقب : ان ندرة الاطار في موسم صيفا ١٩٦٢ - ١٩٦٣ لم تربط سوى المنتهزات القليلة العليا فقط من التربة ، كما ان الحشائش الزرقاء ذات الجذور الضحلة وحشائش البردي كان لديها ما يكفي من المياه لتكوين اوراق قصيرة العمر ، ولكنها لم تساعد على الازهار . وقد بحثنا عنها عن زهورهم نرجم بيت لحم ( عميقة الجذور وزهرة زنبقية الرقب ، كما بحثنا عن زهرة الخيزران الصحراوي نفس المكان الذي وجد في صيفا من عام سابق تقريبا اوراق خضراء بوفرة فوق السطح ، لكننا لم نجد اي نبات . ولقد اعتقدنا في البدايات ان السيقان الجذرية قد ذبلت لنا بالحفر عنها ودراستها تبين لنا انها كانت حية ، ولكنها خاملة . وبعد ذلك بعام كانت الامطار افرز ، فأصبحت نفس النباتات نشيطة ، وبدأت وفرة وكثيرة . ان تكيف هذه النباتات الارضية ( اي النباتات ذات البراعم النامية تحت سطح الارض ) مع بيئتها يرجع الى قدرتها على ان تكون نشيطة حين تكون البيئة مواتية ، وان تبقى خاملة ، ولكنها محتفظة بحيويتها لفترات طويلة حين لا تكون الظروف مواتية لنبوغها . ان سرعة استعادتها للحياة ونشاطها العالي خلال الفترة القصيرة التي تتوافر فيها المياه لجذورها - تعتبر سمة تلاؤمية اخرى تساعد على استكمال دورة حياتها في الفترة المتأخرة الفصول التي تتساح لها .

ويحتاج نباتات ارضيان الى اهتمام خاص في البحث : احدها ان تلاؤمها مع البيئة الصحراوية متفرد في بعض النواحي بين النباتات الصحراوية في الرقب والاخر لان سلوكه يعتبر لغزا بيئيا . ان تبدد وورته التطورية غير متسجمة مع الدورة القلبية لبيئته .

فنباتات البردي القصر تغطي مساحات كبيرة في المنخفضات الطافية ، وهو اول نبات ارضي ينبت بعد سقوط المطر بحيث يعطي سطح الرقب القاحل اول البزخ الخضراء الفاتحة . وترجع سرعة ظهوره الى ان سيقانه الجذرية لا يلزم ان تكون اوراقا جديدة بعد اول مطر ، ومع ان الاجزاء العليا للاوراق تكون قد ذبلت خلال موسم الجفاف السابق - فان قاعدة الاوراق تظل حية . ان النطاق القاعدي الواقع في المنخفضات العليا القلبية للتربة - يبقى خاليا خلال فصل الجفاف بحيث تحميها طبقات من الاوراق القديمة الذابلة في السنوات السابقة .

وبعد ساعات قليلة من سقوط المطر الاول ، تبدأ خلايا القاعدة الرقبية



في النور والتمدد ، بحيث تدفع اجزائها العليا الجافة فوق سطح الارض ، امسا  
الانسجة حدة التكون فتصبح خضراء ، وفي هذه الحالة تبدد الاوراق فريضة بأجزائها  
الدينا الخضراء التي تحمل انسجة العام الطاض الجافة البنية اللون في القمة . ونعم  
ذلك بوقت قليل تتكون اوراق جديدة في نقاط نمو البراعم . وقد وجدنا في فصل ١٩٦١  
انه حين يكون هناك فاصل زمني طويل بين سقوط الامطار ، فان هذه العملية يمكن ان  
تكرر بواسطة الورقة نفسها خلال فصل النمو . وخلال هذا التفاعل السريع مع الاطلس  
يصبح نبات البردي قادرا على استغلال كل ساعة من الفترة التي تتاح فيها المياه  
الغزيرة لانتاج المادة العضوية . هذا كما ان نبات " العنصل " يعتبر من النباتات  
المرتبطة وله فترتان نشيطتان خلال فصل العام ، وأول فترة نمو تحدث في نهاية الصيف  
الجاف ، حين يبرز النبات سيقان ازهاره الربيعية التي تحمل الازهار الصغيرة البنفسجية  
الوردية الباهية ولا تظهر اوراق في ذلك الوقت . وبعد تكوين البذور ، يعود النبات  
الى حالة السبات والخمول اما فترة النشاط الثانية فتبدأ بعد سقوط المطر الاول ،  
وتدئ تتكون الاوراق فقط . ولا يزهر النبات وتذبل الاوراق خلال شهرى فبراير ومارس  
وتصرف نيلتان أرضيان آخران على الاقل من النباتات الارضية في النقب على هذا السوال  
نفسه .

ويظهر سلوك الاعشاب الدائمة القصيرة اوضح ما يكون في نبات ( الغرنوق )  
الوبري . وهذا النبات من الاعشاب القصيرة الخاملة صيفا ذات الاوراق الجزأة نسبيا  
وذات الازهار البنفسجية الكبيرة التي تسهم بوفرتها وفزارتها في اضافة اللون زاهية على  
الحدراء كلما ازهرت الصحراء وبنمت . والسبقان الخشبية قصيرة جدا ، وتنبو بالقرب  
من الارض ، ونحوها السنوي الدائم في الطول والسك لا يكاد يذكر ، ونجد ان سيقان  
النبات الذي يبلغ عمره عشرة السنين لم تزال متناهية في القصر . وهي تحمل براعم  
التجدد التي تنبت افصانا صغيرة تحمل الاوراق الازهار . وبعد الامطار الاولى ، وتسقط  
هذه الافصان الصغيرة في بداية موسم الجفاف ، ولا تبقى الا السبقان الخشبية الخالصة  
من الاوراق التي لا تظهر بسهولة للعين المجردة وتبقى لتعيش فترة الصيف في حالة  
السبات او الخمول . ان الجذور الرئيسية لنبات الغرنوق الوبري تتعمق أكثر من ( ٤٠ -  
٥٠ سم ) في التربة بحيث تستغل حجم من التربة أكبر نسبيا من اجل المياه . وتتم  
بعض الجذور انابيب لحمية تحتوي على نسبة شوية عالية من المياه والسكر التي أصبحت  
قدا ، فضلا الى البذور . وهناك نباتات اخرى في النقب ، مثل ( الغرنوق ) ذي اللون  
الرمادي نبات Ruptur wort والنبات العطري لصحراوي تنتمي لنفس

جميع الاعشاب القصيرة ، ان اقتصاد المياه في نبات ( الغرنوق ) والنبات العطري  
الصحراوي ظاهرة شائعة في كل هذه النباتات ، كما انها تشابه باستثناء وجه هام ، مع  
نباتات صيفية نشطة اخرى . ان معدل النتج للأوراق خلال موسم المطر مرتفع ، ولكن  
ما ان يبدأ جفاف التربة حتى ينكمش سطح ( الترشح ) الى حد كبير . ويمكن للنباتات  
ان تتحمل نقصا عاليا نسبيا في درجة التشبع قبل ان تغد اوراقها ، وتدخل مرحلة  
السبات . وعند ما تعجز النباتات نصف المدفونة عن سد العجز المتزايد اليومي في  
حاجتها من المياه ، فانها تسقط كل براعمها وسيقانها الصغيرة .

ان استمرار فترة نشاطها دلالة على ظروف الرطوبة متفاوتة للموطن . وفي  
السنوات الطيبة نسبيا ، قد تستمر لمدة أربعة شهور على حين قد تكون في السنوات  
الجافة مقصورة على خمسة او ستة أسابيع . وفي فترة النشاط المحدودة لا تتكون الا  
اوراق قليلة غالبا ما يتوقف الازهار .

وتشمل الحوليات الشتوية التي تنصر دورة حياتها على موسم المطر المجموع  
الثالثة في النباتات الصحراوية غير النشطة خلال فصل الصيف الجاف . وفي منطقة  
البحر المتوسط في اسرائيل نجد ان النباتات الحولية الشتوية تحتل نسبة ٢٨ % من  
الفصائل النباتية على حين تحتل ٥٩ % في منطقة النقب . وفي الصحاري التي هي أشد  
قسوة ، مثل بعض اجزاء الصحراء الكبرى التي تتعرض للجفاف التام لعدة قتال من  
السنوات نجد ان النسبة المئوية أعلى ، وقد تكون هذه النباتات هي الوحدة التي  
تظهر بعد سقوط الامطار النادرة . فالشجيرات الصغيرة والاشجار والنباتات الارضية  
( والنباتات نصف المدفونة ) من ناحية اخرى قليلا ما توجد في الصحاري شديدة  
القسوة . مما يدل على ان النباتات الحولية الشتوية تتلاءم بشكل خاص مع الظروف الصحراوية  
وهذه التفاعلات التلاؤمية تختلف في عدة نواح عن التفاعلات التي تكلفا عنها بالنسبة  
للنباتات الصحراوية الاولى ، وجذورها ضحلة في الغالب وهي محدودة في امتدادها  
وهي تخفض معدل النتج ( والترشح ) بدرجة طفيفة لانها لا تستطيع تقليل سطح  
( الترشح ) الى اى درجة مؤثرة . وفي أغلب الحالات لا تتحمل اى درجة من التفرس  
في المياه ، لكنها تتنازل بالقدرة على تنظيم حجمها العام تبعاً لسرور المياه في موطنها .  
ان نبات زهرة ( أريحا ) ، على سبيل المثال عندما ينمو في المواقع شديدة الجفاف  
يعتبر شديد القصر ، ولا يزيد ارتفاعه على بضعة ملليمترات بفرعين او ثلاثة فروع مع قليل  
من الاوراق وهو ينمو من شدة الى خمس شراخ . وعندما تزيد رطوبة التربة تتجمل النباتات



الى ما بين ( ١٥ - ٢٠ ) مترات في الارتفاع ، ويبلغ قطرها ما بين ( ٢٥ - ٣٠ ) سم ولها عشاء من الافصان وشاة من الشراة اما الحجم الصغير فهو مقياس للقابلية الكبيرة لمرعة النعوى النباتات الحولية الشتوية ، لان النباتات الصغيرة تنمو بسرعة حياتها الكاملة في وقت اقصر من النباتات الكبيرة . ويعتبر هذا عاملا هاما في بقائها ، لانه في الموطن الذي تندر فيه المياه نجد ان وقت الظروف المثالية اقصر من الموطن الوفير المياه .

وهناك سمات وخصائص تلاؤمية أخرى للنباتات الحولية الشتوية ، وهي قدرتها على الانبات وانفصال البذور التي تكن وحداتها المفصلة من الخمول لفترات طويلة في الارض حين لا تتاح الظروف للنبات ، او تمكنها من الانبات بسرعة حين تكون الظروف مواتية . وقد نعتنا هذه السمة الهامة لان ندرس بشكل خاص فسيولوجية وايكولوجية ( الظروف البيئية ) انبات الحوليات الشتوية الصحراوية . ونورد هنا مثالين هما نبات *Gymnorrhena* ونبات ( *Winged thorn Spike* )

#### نبات *Gymnorrhena* .....

هو نبات قصير مكعب ينمو فوق سفوح صخر ( الهامادا ) وتربات صخر ( العزل ) والسهول الطفلية وما شابه ذلك .

بعد الانبات يكون زهره صغيرة ورقية تظهر بداخلها ساق صغيرة وقصيرة تحمل عددا كبيرا من رؤوس الازهار المتراكمة ، وتند تشريح نبات كامل النمو تشريحا طويلا يظهر نويان من الازهار الداخلية ، رؤوس زهرية هوائية عديدة ظاهرة فوق سطح الأرض محمولة في اوراق على عود ( ١٠ - ١٥ ) ملليمتر من سطح التربة ، وتكون مبايض الزهور الهوائية نارا صغيرة تحمل كل منها في ذروتها ناجا من الشعيرات الرقيقة اما الشار تحت الارضية فهي اكبر حجما ، ولا تحمل الا زوايا تاجية صغيرة . وفي بداية الصيف يموت النبات الاصل او النبات الام لكن تبقى الشار تحت الارض مرتبطة بها وقيل الذبول يتخشب الجذر الرئيسية والساق ، وهي حالة يظل عليها النبات عدة سنوات ، على حين يستمر جذو النبات في التثبيت بالنبات الدابل في التربة ، وتنبس الشار تحت الارض من النبات الاصل الدابل وحين يحدث ذلك سنة بعد سنة ، نجد نباتات قد ظلت اجيالها باقية في حزمة واحدة ، بحيث ينمو كل جبل متعاقب من النباتات

الاصل السابق . اما الشار الهوائية فتسلك سلوكا مختلفا . وحين تتعرض الحوافظ الدابلة التي تحمل الشار الهوائية لدورات متكررة من الترطيب والجفاف ، فان الشار تنفصل عن الحوافظ من خلال عملية معقدة . اما الشار الخفيفة التي تحمل ( الفايوس ) ( الكوند التاجية للنبات ) التي تعمل بمثابة المظلة فتتقل بسهولة بواسطة الريح .

ومشبه نبات ( *Gymnorrhena* ) نبات فولكن انبات الملح ، في ان النبات الاصل يكون نوعين من الشار . ففي حالة نبات *gymnorrhena* تختلف في الحجم والوضع فوق النبات الاصل ، وفي الشكل الخارجى والوظيفة البيولوجية اما الشار تحت الارض التي لا يمكن فصلها فهي بمثابة وحدة غير قابلة للانقسام او الانفصال . اما الشار الهوائية فهي وحدات انشطارية حقيقية . ولكن ذلك ليس هو الاختلاف الوحيد بين النوعين في الشار . وحين ينبت النويان في ظل الظروف نفسها فهما ينتجان نوعين من البراعم الصغيرة التي تختلف في التركيب التشريحي والحجم ، ومعدل النمو . كما ان البراعم تحت الارض اكبر حجما ، واكثر سكا وانقل وزنا من البراعم الهوائية . وثبت التجارب المعملية اكبر مقاومة واكثر تحملا للجفاف ، وتتمدد امام الاجهاد المائي الذي يقتل مجموعة البراعم الهوائية كلها . وقد اكدت ملاحظتنا على الطبيعة هذا الاكتشاف المعمل ، فالشار الهوائية التي تذروها الرياح تيبس كلما ظهرت عتبة توقف عملية انشطارها . وفي سنوات المطر القليل يذبل بعضها او يموت واحيانا كلها على حين تعيش معظم البراعم تحت الارض ، بل انه حتى في سنوات المطر الوفير ، نجد ان معدل ذبول البراعم الهوائية مرتفع نسبيا . فضلا عن ذلك فان الاجهاد المائي يؤثر في تكوين الرؤوس الزهرية الهوائية وتحت الارضية كما يؤثر في الشار وفي السنوات الشحيحة ، لا ينبت النبات سوى الشار تحت الارضية . ويختلف نمو الشار كذلك في احتياجات الانبات وخاصة نسبة الى الحساسية للنمو وللحرارة .

ولخاصيته ثنائية الشار في نبات ( *Gymnorrhena* ) آثار ايكولوجية ( بيئية ) هامة ، فالشار تحت الارضية تكفل حياة الانواع ، لانها تتكون حتى عند ما تكون الظروف المائية غير مواتية ، ولانها تنمو في مواقع يكون النبات الاصل فيها قد نجح في استكمال دورته في الحياة ، ولذلك فان الفرص طيبة في ان ينجح الجيل التالي الناتج عن الشار تحت الارضية في نفس الموقع الاصل . وتتكش جذور النبات الاصل عند ما تجف ، وتكون شعيرات في التربة تمتلئ بعد المطر بالمياه . اما الانمجة الجافة الدابلة فهي تنمو وتنشع وتحفظ بالمياه بعض الوقت ، ومن ثم فهي تحسن



الصروف للجيل الجديد . يعتبر الانبات تحت الارض ميزة جديدة لضمان سهولة الوصول الى مياه التربة والحماية من البخر .

ان الوظيفة البيولوجية للثمار الهوائية التي لم تتكون الا في السنوات الطبيعية تحتل بفضل الانتشار اراض جديدة للأنواع والفئات ، ان حجمها الصغير ، ووزنها الخفيف ، واستهلاكها للغابوس ( الزوائد الناجية ) تجعلها مثالية ، لا داعي لـ هذه الوظيفة . وهناك تجربة لا ترجح الا في السنوات التي تتوافر فيها رطوبة التربة وظروف الانبات المواتية . بل ان حتى في السنوات الطيبة فان البراعم التي تنمو فيها الشمس الهوائية لا يمكن ان تثبت نفسها الا في المواقع المواتية تحت الاحجار في انخفاضات والشقوق والجواري التي تتجمع فيها مياه التعريف المطري ، لانها تنبت فوق سطح الارض ، ولا تتحمل الجفاف . واذ نجحت هنا فانها تنتج جيلا جديدا سوف ينبت بالتالي تسارا تحت ارضية . وهذه الطريقة تحتل الفئات الجديدة . موطننا جديد للنباتات .

اما النبات العطري الشوكي *Winged thorny Spike*

فهو ينتمي الى العائلة التومزية وهو نبات متوطن في منطقة الصحراء العربية . وللوحدة العشطرة ساق مسطحة واسنوى مضغوط يحتوي على مجموعة من الشمار وتسمى الرؤوس الشربة من ازهار تحمل افقانا ، قبة ينتج كلا منها زهرة واحدة . وعند ما يكتمل النمو ، وعلى اساس النمو التالي للافمان يكون لكل عشقود زهرى زهرة واحدة في البداية ثم زهرتان وثلاث زهار في المرتبة الثالثة ثم تكون كل زهرة شوة وحيدة البذرة ، تبقى محاطة بأربع اوراق شوكية تكون ما يشبه الشرة ومن الوجهة النظرية فكل وحدة ازشطارية يمكن ان تحمل لذلك عددا اقصى من الثمرات الشبيهة عددها سبع تحتوي كل واحدة منها على شرة واحدة وحيدة البذرة ، لكن معظم الوحدات لا تحمل زوائد هامة كاملة ، وفي اقصى الحالات لا تحتوي الا على شبه الشرة من المرتبة الاولى . وتسقط الوحدات ازشطارية الناضجة من النبات الام الذابل ، ولكن بسبب تراكمها المضغوطة وأشواكها ووزنها فهي تظل قريبة . ومن جملة ( ٤٦٤ ) وحدة ازشطارية اجرينا دراسة عليها وكانت قد نبتت في موطن مثالي للنبات العطري الشوكي فلم تنم البراعم الوحيدة في نسبة ٨٥ ، ولم ينم الا في نسبة ١٤ % وحدتان من البراعم ، ولم تلاحظ في اي وقت أكثر من برعمين اثنين فقط في كل وحدة ، وان كانت الوحدة ازشطارية تحتوي على ( ١ - ٧ ) بذرة قادرة على الانبات وكما هي الحالة مع النبات الملحي *unormed Saltwort* ....

بقياسها الداخلي ، فان التفسير يمكن في وجود مادة تعمق الانبات ، وتحتاج لتفصيل وترشيح جزئي قبل بدء الانبات .

وحين قمنا باستخراج البراعم من التربة احصينا ظهور عدد ( ٤٦٤ ) وحدة ازشطارية وطرحنا ملاحظة محيرة : ان كل بذور الوحدات ازشطارية التي حلت الثمرات الشبيهة بالموتبة الاولى ( ٨ % من العدد الكلي ) قد نبتت . اما النسبة المئوية الباقية ( ٩٢ % ) من الوحدات التي حلت الثمرات الشبيهة من المراتب الاولى والعلامة فلم تنبت الا بذور الثمرات الشبيهة من المرتبة الثانية والثالثة ، على حين بقيت بذور الثمرات الشبيهة من المرتبة الاولى ( دون انبات ) . ولقد اتاحت لنا التجارب العملية فرصة معرفتنا لهذا السلوك غير المتوقع . لقد رتبنا الوحدات ازشطارية الموجودة لدينا في ثلاث مجموعات ، المجموعة الاولى تتألف من وحدات كبرت ثمرات شبيهة من المجموعة الاولى فقط ، اما المجموعة الثانية فهي تحتوي على المراتب الاولى والثانية والثالثة . ولقد اخذنا الثمرات الشبيهة لتنتج انباتا منفصلا ، ولم تنبت الثمرات الشبيهة من المجموعة الاولى على الاطلاق حين اخذت من الوحدات ازشطارية التي حلت المراتب الثلاثة . الا ان نسبة شوة عالية من الثمرات الشبيهة من الموتبة الاولى التي لا تحتوي الا على اوراق شبيهة نامية من الموتبة الاولى قد نبتت . اما انبات نفس الثمرات الشبيهة المشتقة من الوحدات ذات الموتبتين فكان يتسم بانخفاض نموه الشوة لذلك فان قابلية الثمرات الشبيهة للانبات في مرتبة واحدة من مراتب الوحدات ازشطارية يتحدد بواسطة وجود او عدم وجود الثمرات الشبيهة من المراتب الاخرى ، وهو عامل له اهمية بيئية كبرى على نمو ما سوف نفسره الان .

ان المراتب الثلاث لوحدة ازشطارية واحدة لا تنمو في نفس الوقت ، فالمرتبة الاولى هي التي تتكون أولا ، ثم المرتبة الثانية ، واخيرا المرتبة الثالثة . وفي سنوات الجفاف فان الاجهاد المائي ورغم الفوائد على تحديد نموها كما هو الحال مع كل النباتات الصحراوية . وفي مثل هذه السنوات لا يذبح النبات العطري الشوكي في تكمن كل المراتب الثلاث للثمرات الشبيهة وعدد الوحدات ازشطارية التي لا تحمل الا الثمرات الشبيهة من الموتبة الاولى سوف تكون أكبر بكثير منها في السنوات الصعبة حين تسمى معظم الوحدات ازشطارية الى مرتبتين او ثلاث من مراتب الثمرات الشبيهة ، ومن ثم فبعد سنة من الجفاف سوف تكون معظم الثمرات الشبيهة من الموتبة الاولى قادرة على ان تنبت بسهولة خلال موسم المطر التالي . وبعد عام طيب تحمل معظم الوحدات



الانبطارية ثلاث مجموعات من الثمرات الشبيهة : الثمرات التي تنمو على الفروع ، والثمرات التي لا تنمو في العام التالي ، ولكنها تستطيع البقاء والحياة ، والثمرات الوسيطة ، ومن ثم فان احتياطيا من البذور القادرة على الحياة سوف تبقى دائما في التربة ، ولكن هذا جانب فقط من جوانب النصف .

وحيث اخترنا انباء الثمرات الشبيهة والثمار والبذور لمختلف المراتب في ظروف ظروف عديدة محكومة من حيث درجة الحرارة والضوء - تبين لنا ان كل وحدة من تلك الوحدات لها احتياجات في الاستجابة مختلفة . ولذلك فان الوحدة الانشطارية التوسعية تحمل المراتب الثلاث للثمار الشبيهة تحتوي على خليط من الوحدات ، ولكل منها احتياجات استجابية مختلفة وتستجيب بشكل مختلف للضوء ودرجة الحرارة .

وهذه حالة بالغة التعقيد للنبات المعطى الشوكى تستحق وصفا خاصا ، لانسه الى جانب نبات ( Gymnorrhena ) يعتبر ظاهرة . ومثالا متازا للطريقة التي استجابت بها النباتات الشتوية الحولية لتحديات الصحراء . فبالنسبة لهذه النباتات كان الخطر الاكبر - وأكثر من الخطر الذي يواجه النباتات الدائمة - يكمن في التغير الهائل في ظروف البيئة من سنة لاخرى ، ومن موطن الى موطن ، وهي تواجه ذلك باكتلاك بدوع اكبر وتغير اكبر او قابلية اكبر للتغير في الشكل الخارجى (المورفولوجى) والاستجابات التطورية والفسولوجية مما يتيح احتياطيا جاهزا دائما للبذور الحية الخاملة في التربة الجاهزة لمآثر الاحتمالات المخفية .

ومن بين الساء التلاؤمية الاخرى للنباتات الشتوية الحولية انتشار بذورهما وسوفيكفى مثلان لتوضيح هذه العملية : هما نباتات dwarf oxge, Peantaga فالنبات الاول ينمو بؤخرة فوق السهل الطفلية لهضاب القف ، وهذه الازهار ينمو عدد من السيقان الرأسية التي تحمل فوق التيجان الرؤوس الزهرية الاسطوانية . والثمرة أشبه بكسولة محاطة بأوراق صغيرة ، وهي التي تحيط بها عند ما تجف ، وبعد تكوين الثمرة تجف النباتات وتنتج ، وتنبيل السيقان الى ان تلامس الارض ، وخلال السيف تبقى ( الكسولة ) المطبقة غير المفتحة عند النضج مرتبطة بساقها ولا تطلق البذور . وحيث يصب قليل من المياه فوق النبات الجاف فان السيقان بعدد دقائق قليلة تنحني الى أعلى الى ان تصبح رأسية مستقيمة وفي نفس الوقت تتجه الاوراق التي تغلف ككسولة الثمرة الى الخارج بحيث تكشفها تماما . وبعض هذه ( الكسولات ) تسقط بحيث تخرج

البذور وهذه التجربة البسيطة التي تناظر سقوط المطر تدل على ان انتشار البذور لا يحدث الا بعدد بدو فصل المطر ، ونسجم الانباء معوقت الانتشار . وقد نقلنا البذور من ( كسولاتها ) عند النضج ، وحاولنا حث الانبات في ظل الظروف المناسبة فوجدنا ان البذور تنضج الماء ، لكنها لم تنم في الضوء او الظلام او في درجة حرارة تحت ١٠ مئوية الى ٢٥ درجة مئوية بيد انه لو خزنت هذه البذور لمدة تبلغ ( ٥ - ٧ ) شهرا ونقلنا من ( كسولاتها ) في بداية فصل المطر فانها تنمو في ظل الظروف التي فشلت فيها من قبل في حث عملية الانبات ولذلك فقد تجاوزت البذور حد النضج اى انها أصبحت قابلة للاستجابة ، وفي الطبيعة يحدث الافراط في النضج خلال فصل الصيف الجاف ، حين يتعذر على البذور الانبات لعدم وجود المياه ويكاد طول فصل الصيف يكفى لتحقيق عملية النضج التام . ولغرضها مرحلتها النهائية ، وهذا نموذج آخر للتلاؤم الكامل للنباتات الصحراوية مع التركيب الزمني للبيئة .

النباتات dwarf oxge فله زهورات ورقية ذات رؤوس زهرية تنشق من وسطها وتحاط الرؤوس الزهرية بتاج من القبايات ( الاوراق في قاعدة الزهرة او ساق الزهرة ) وحين تجف النباتات فان الاجزاء الخشبية للقبايات تنحني الى الداخل ، وتغطي تغطية كاملة رؤوس الثمار التي تحتوي على الثمرات التي تكون بواسطة الزهورات واذ تشبعت القبايات بالمياه او ببخار الماء فانها تنحني الى الخارج وتطلق بعض الثمرات الخارجية ، وتنتشر بواسطة التصريف المعطى على حين تبقى ثمرات الوسط مرتبطة بالرأس الثمرى . وعلى النقيض من نباتات ( gymnarrrhena ) فان الانبات لا يحدث مطلقا في حين تكون الثمار مرتبطة بالنبات الاصل ، ولا تنمو الا النباتات المنتشرة او المنفصلة فحين تتوقف الامطار تنحني القبايات مرة اخرى الى الداخل لتغطي بقية الثمار ، وتكرر الدورة مع كل مطر لاحق الى ان تنفصل الثمار المقابلة للانفصال . وقد يحدث الانشطار الكامل لكل الثمار في حالات نادرة . في عدد من الدورات في كل عام غزير الامطار ، كما انه قد يحدث خلال عدد من سنوات الجفاف . وقد لاحظنا ان نباتات جافة حتى بعد خمس سنوات - لازالت ذات ثمار مركزية غير منتشرة او منفصلة وقابلة للاستجابة . ونظرا لان الثمار الباقية المرتبطة برووسها لا تنفصل الا بالمياه في حالتها العائمة فان القيمة الحياتية العالية لهذا الانشطار المجزا واضحة ومؤكدة .

وسوف نتناول في الجزء الاخير من هذا الفصل مشكلة هامة ومعددة تطرحها



النباتات الصحراوية ، وهي أيضا مشكلة ذات تاريخ طويل . ففي عام ١٨٨٤ قام الدكتور " جورج فولكنر " وهو عالم نبات الماني بزيارة الصحراء المصرية العربية ليدرس العلاقة بين التركيب التشريحي والوصيفة الفسيولوجية للنبات والتي كان يعتقد انها أكثر وضوحا في الصحراء منها في أي مكان آخر ، بسبب الأهمية الكبرى للمياه في الصحراء . وفي عام ١٨٨٢ نشر ملاحظاته بوصف بعض التركيب التشريحية الخاصة للنباتات الصحراوية التي يزرع هذه النباتات قد طورتها باعتبارها أنواعا من الملائمات الوظيفية مع ظروف الصحراء . ومنذ ذلك الوقت ظلت مناقشة مشكلة القيمة الوظيفية للتركيب التشريحي للنباتات الصحراوية مستمرة ، ومن توقف . فهل هناك تركيب تشريحي خاصه تمتاز بها النباتات الصحراوية ؟ وما هي القيمة الايكولوجية ( البيئية ) لهذه التركيب ؟ اذا كانت موجودة . وما نوع ارتباطها بالبيئة الصحراوية ؟ وإلى يومنا هذا لا توجد اجابات واضحة محددة لهذه الاسئلة .

طرائق سيمرر حدينا على اعضاء النتح او الترشيح وأعضاء التشيل الضوئى في النباتات الصحراوية الجافة ، لانا نعلم الكثير عن تشريح هذه الاجزاء النباتية . ان التركيب الاساسى لاجزاء النتح ( الترشيح ) والتشيل الضوئى للنباتات الصحراوية اى الاوراق والسيقان في بعض النباتات يكشف عن وجود خمسة انواع اساسية ، وهناك كالمعتاد حالات وسطية او انتقالية بين هذه الانواع .

#### (١) الاوراق والسيقان ذات الشكل الصلب :

وهي تنقسم بوجود أنسجة مؤلفة من خلايا سبكة الجدران تعطى للأعضاء قوة ميكانيكية ، كما انها تنقسم بنسب سبكة جدران خارجية للخلايا الداخلية القشرية ونجوات او تنخيرات فائرة وأحيانا بقشرة مؤلفة من أكثر من طبقة من الخلايا . والخلايا في أغلب الاحوال ولا سيما التي تقوم بعملية التشيل الضوئى أصغر في حجمها من المعتاد . وأفضل نماذج للشكل الصلب هي السيقان عديدة الاوراق التي تنقسم بعملية التشيل الضوئى وهذه السيقان عديدة الاوراق موجودة على نفس الخطوط ، دون اعتبار للعائلة النباتية التي تنتمي اليها ، وهي تشيل نبات buckwheat

وأعشاب Soupherb ونبات اللاقند والمصراوى ونبات gnetum ونبات Desert asparagus ونبات berry nignonetti وهذا التشابه التقريبي في التركيب التشريحي ليس قريبا لان معظم سيقان النباتات صلبة الشكل في تكوينها بغض النظر

عن وظائف التشيل الضوئى . وعلى حين تنقسم الاوراق بتدريج تركيبى هائل فان السيقان تتبع في الاساس نفس الاشكال التركيبية . اما العلاقة التشريحية المميزة لسيقان التشيل الضوئى فهي وجود أنسجة خضراء حول محيطها . وفي هذا الموضع لا توجد الا اختلافات تركيبية طفيفة بين سيقان التشيل الضوئى عديدة الاوراق للنباتات الدائمة الخضرة سيفا ، وبين الحوليات الشتوية حاملة الاوراق والتي تكون سيقانها او سوقاتها حاملة لازهار خضراء في معظمها ، وتشارك في عملية التشيل الضوئى .

اما الاوراق كاملة الصلب في الشكل ، وهي غير شائعة كثيرا في النباتات الصحراوية فهي مقتصرة في الاساس على الاشواك والنباتات شبه الشوكية وعناصر العائلتين بين اى الحشائش والاعشاب . وفي هذه النباتات يعتبر الشكل الصلب سمة تكوينية مميزة لا تتوقف على الموطن .

#### (٢) الاوراق رخوية الشكل :

ان معظم النباتات الصحراوية من الحوليات والنباتات الدائمة والنباتات ذات النشاط الصيفي او الخاملة صيفا - لها اوراق لا تحل سمة او خاصية واحدة من الشكل الصلب ، فهي تنقسم بالقنابات الرفيدة وجدران الخلايا الخارجية للقشر ، فضلا عن ذلك ، فان النجوات او التنخيرات تكمن في السطح القشري ولها خلايا كبيرة ، وهي ذات أنسجة ميكانيكية خاصة وهناك بعض الخواص المشتركة التي لا يوضحها احسن ما يكون التوضيح سوى مقارنة تركيبها بتركيب الورقة ذات الشكل الرخوى لشجرة بهودا وهي من الفصائل الشائعة في منطقة البحر المتوسط ، وهي ورقة ( ظهيرة باطنية ) اى ان تشريح جزئها العلوى يختلف اختلافا كبيرا عن جزئها السفلى . فالجزء العلوى من نسيج الورقة يحتوى على خلايا عمودية على سطح الورقة التي تحتوى على عدة خلايا خضراء ، ووظيفتها الاساسية التشيل الضوئى . اما نسيج الجزء او الجانب السفلى للورقة فيتكون من خلايا دائرية اصغر ( أنسجة اسفنجية ) بينها فتحات كبيرة تحتوى على الهواء . كذلك لا توجد النجوات والتنخيرات الا في القشر السفلى ولا توجد على الاطلاق في القشر العلوى .

ان التركيب التشريحي للاوراق الرخوية الشكل للنباتات الصحراوية يختلف اختلافا تاما . ومع استثناء طائفة هذه الاوراق ليست ( ظهيرة باطنية ) ، ولها نجوات وتنخيرات على الجانبين ، وهي سمة مشتركة في اوراق سائر النباتات الصحراوية .



ومنها الأوراق ذات الشكل الصلب . وفي حالات كثيرة وخاصة النباتات المائية تتألف  
انسجة الأوراق من خلايا مستديرة متشابهة متناظرة القشر ومن الأمثلة على ذلك نبات  
الذرة ( القبطية ) المصري . وفي حالات أخرى تتكون الأوراق من خلايا ساجية  
أو محيطية فقط ، كما هو الحال في نبات ..... *rumex* *wort*  
ونبات رأس العبد ( *Egyptian wound* ) أو من سياجات علسي  
الجانبين من الورقة مع نزع من النسيج الإسفنجي في المنتصف كما هو الحال في نبات  
*desert mignonette* وهناك سائر الأنواع الانتقالية بين النباتات  
الذكية ، وإن كانت هناك سمة بارزة مشتركة فيما بينها . فمع استثناء القشر الخارجية  
فإن العلة بين خلايا النسيج الورقي مكثفة ، فالخلايا تكاد تتلاصق والفراغات بين الخلايا  
واسعة . وفي كثير من الحالات لا ترتبط الخلايا فيما بينها إلا برباط ضعيف حتى أن  
عندما كنا في بعض الأحيان نقطع قطاعات مستعرضة من أجل دراسة تشريح الورقة  
تحت الميكروسكوب - كنا ندهش كثيرا لأن الخلايا المعزولة تتساقط ، بل إن النسيج  
الذي يقوم بالتشيل الضوئي لبعض السيقان ذات الشكل الصلب متشابه أو متماثل كـ  
هو الحال في نبات ( *desert treadmill* ) أما الأوراق قصيرة الحياة الخاصة  
بالنباتات الرشيطة منها ذات سيقان التشيل الضوئي فهي ذات شكل رخوي كذلك .

## ( ٢ ) الأوراق العمارية

وتعتبر ورقة ( *Bean Caper* ) نموذجا طيبا لدرجة العمارة فهي  
الورقة ، وهي تحتوي على قدر كبير من المياه المخزنة في الخلايا الكبيرة للانسجة  
التخزينية ذات المواقع المتوسطة ، وهي محاطة من كل الجوانب بخلايا خضراء التشيل  
ضوئي أصفر حجل ، وبمساحة خط فاصل بين هذين النسيجين . وفي الأوراق العمارية  
الأخرى كما هو الحال في نبات ( *Forshall's merigold* ) حيث ينقسم  
النسجان انفعالا حادا . أما الورقة العمارية المثالية فليس لها أي خصاص للشكل  
الصلب وجدرانها وخلاياها القشرية الخارجية والفراغات رقيقة بشكل واضح ، كما أن عدد  
الفجوات أو الفجوات في كل وحدة من وحدات السطح صغير ومحدود . وهي أسطوانية  
أو مسطحة ، ولكنها ذات سبك كبير وفي كلتا الحالتين فإن نسبة السطح الورقي الخارجى  
إلى الحجم صغيرة . ونظرا لأن الأكثرية العظمى لأوراق النباتات الصحراوية ذات اتجاه  
عماري طفيف - فإن هذا يصدق على سائر الأنواع إلى حد محدود .

## ( ٤ ) الأوراق ذات النسيج الرخوي الشكل والمنغطة بقشر صلبة الشكل :

ومثل هذه الأوراق تبدو مستقيمة في معظم النباتات التي تنمو لعائلة الزنبق .  
ونسيج الورقة يملك ومن نفس أنواع الأوراق رخوية الشكل . وفي بعض الحالات تتعدد الخلايا  
وتتوازي مع سطح الورقة ، وللقشر فراغات سبكة وجدران خلوية خارجية وتغيرات غائرة .

## ( ٥ ) السيقان والأوراق ذات القلب العماري والقشر صلبة الشكل :

ومثل هذا الشكل يعتبر مثاليا أو نموذجا بالنسبة للسيقان ذات التشيل الضوئي  
لكنها من عائلة ( السرمقيات ) وكذلك للأوراق في بعض الحالات أن السيقان العمارية  
في أساسها للنبات ( *Bean Caper* ) تنمو خلال الصيف وتكون قشرية ذات  
شكل شديد الصلابة .

هذه هي المعلومات الأساسية التي يمكن ملاحظتها في صحارى الزنبق . فما هي  
الاهمية والدلالة البيولوجية ( البيئية ) لها ؟ يبدو لنا أن أهم ما في الموضوع  
هو أنه بغض النظر عن شكل الورقة سواء أكانت أسطوانية أم مسطحة أم ذات شكل مسطحي  
فليس هناك سطح للورقة في أي نبات صحراوي من فجوات أو تغيرات . أن تركيب  
ووضع انسجة الورقة على نحو يساعد - عند وجود هذه التغيرات - على قدرة الخلايا  
الموجودة على القيام بوظيفة التشيل الضوئي . ومعنى ذلك أنه عند ما تسمح الظروف  
الطائية ، فإن عملية التشيل الضوئي تكون كافية بما يساعد النباتات الصحراوية على أن تستغل  
بكفاءة الفترات القصيرة نسبيا حين تتوفر الحياة لإنتاج المواد العضوية ، بل إن  
مع النباتات التي يعتبر أنكمش سطح النتج فيها دلالة على تزايد الجفاف فإن نفس الشيء  
يصدق على الأسطح الصغيرة الباقية بالنسبة لعملية التشيل الضوئي . ونظرا لأن عملية  
التشيل الضوئي تتوقف على مقدار ثاني أكسيد الكربون المستن من خلال سطح خلايا  
التشيل الضوئي ، ولأن خلايا التشيل الضوئي في الانسجة الورقية لمعظم النباتات الصحراوية  
ذات ترتيب مائل ، فإن الخلايا المنفصلة ذات سطح فضاء فضاء تساعد على تكثيف  
وشدة عملية التشيل الضوئي . وقد يقول قائل : أن السطح التركيبية التي تعجل بعملية  
التشيل الضوئي تزيد في نفس الوقت من فقدان المياه لكن ذلك لن يصدق إلا عند ما تكون  
التغيرات مفتوحة ، ويكون الترشيع ( النتج ) مكثفا بشكل حقيقى . أن إجراءات النسيج  
المضادة للتقليل من الترشيع قد أشرنا إليها من قبل . وفي كل النباتات الصحراوية باستثناء  
النباتات العمارية الخالصة يعتبر إغلاق الفجوات أو التغيرات شديدة الفاعلية



في خفى فاقه الباء ، لان الترشيح القشرى ينخفض الى أقصى درجة . ان تركيب القشور ذات الشكل الصلب بقليل - الى حد كبير - من ترشيح القشور ، ولكن نظرا لان كثيرا من النباتات ذات القشور غير العملية في شكلها يمكن ان تقلل من الترشيح القشرى بنفس القدر من الكثافة والفاعلية - فمن الواضح انه ليس سمك القشرة او الجدران الخلوية الخارجية للقشور فقط هو الذى يحدد هذا الغرض ، بل ان التركيب تحت الميكروسكوب والتكوين الكيماوى للقشرة ايضا يحقق نفس الغرض . وتعرف القليل جدا عن هذه العوامل والمبادئ بالغة التعقيد .

وللكواكب العمارة احتياطي من الباء تستمد منه احتياجاتها . ان الجدران الخلوية لهذه الانسجة رقيقة ومرونة ، ويمكن ان تنكسر وتتسده تبعا لما تحويه من الماء . ويرغم احتياطها من الماء وانخفاض معدل النتج ويعكس الاراء الشائعية فانها لا يمكن ان تعتبر اساسا من النباتات التى تتكاثم الجفاف .

على ان هذه الملاحظة لا تنطبق على بعض النباتات التى تكون سيقانها عمودية ، وتحتوى على قدر كبير من الباء ، وتحيطها قشرة سمكية من النوع الصلب في شكلها الخارجى .

## الفصل الثامن عشر

### تأقلم الحيوانات مع الظروف الصحراوية

تبدو الصحراء لمعظم المسافرين عبر النقب فى وضع النهار خالية من كل اثر للحياة الحيوانية . ولذلك فان ظهور اى حيوان فجأة فى مساحات الصحراء المتراصة الاطراف ، ووسط هذه البقاع الموحشة التى يسودها الجفاف والعزلة واحراق الشمس الساخنة - لما يثير فى النفس احساس الدهشة والتعجب . ان الزقزقة الرقيقة لعصفور صحراوى اجاد اخفا نفسه ما يتيح سماع صوته دون مشاهدته من فوق ذلك المنفر الحجبى المنحدر فى يوم قاتظ شديد الحرارة ، كما ان الحركة السريعة لاحدى السحالي وسط واد قاحل لم يبر الباء طوال عدة شهور ، او رؤية فأر ذهبي اللون يجرى هنا وهناك بين الصخور ، او خنفساء سوداء تتحرك فوق التربة الحارة التى لا يجروء العوا ان يخطو فوقها عارى القدمين وكذا رؤية قطع من الغزلان او جمل وحيد يتجول على سافرة عشرات الاميال بعيدا عن اى مصدر للماء - كل ذلك سوف يحرك مشاعر المشاهد الذى يدرك مدى العجب والغرابة فى وجود حياة حيوانية فى تلك الصحراء . وكذلك لا تقل دهشة العالم الذى يدرس الحياة الحيوانية فى الصحراء وكلما ازداد علمه بتلك الحياة ازداد عجبها ودهشة اطماعه الاساليب والطرق التى لا حصر لها والتى تستخدمها الطبيعة لتمكين الحيوانات من الحياة فى تلك البيئة القاسية .

ان حيوانات الصحراء ، مثلها مثل كل الكائنات الحية ، تحمل تراث نشأتها او اصلها الطينى داخل تكوينها الجثمانى ، وتتم كل العمليات الفسيولوجية فى اجسادها داخل بيئة داخلية او وسط داخلى يعتبر فيها وجود حد ادى من قدر ثابت من الباء ضرورة مطلقة . وتشكل الباء ٦٠ ٪ الى ٧٠ ٪ من اجسام الحيوانات على الاقل نفس حالة النشاط . ان الحفاظ على مثل هذا الخزان المائى الكبير فى الجو الصحراوى الجاف الحار يتحدى فيما يبدو وقوانين الطبيعة ، ويحل مشكلة كبرى للحياة الحيوانية فى الصحراء .

وانا اخذنا فى الاعتبار النطاق الضيق الذى تنفذ به فى حدوده درجة حموية اجسام الحيوانات ، وهونطاق محدود للغاية فى الحيوانات المتطالفة فى درجة الحرارة ( اى تلك التى تحتفظ بدرجة حرارة ثابتة ) يتقابل فهذه درجات الحرارة المتطرفة



بمهمة الصحراوية ، في الواقع ان النطاق الاساسي الذي تحدث فيه عمليات التكيف والانتقاء للحيوانات الصحراوية هو اقتران المياه والتوازن الحراري فضلا عن ذلك فان انخفاض انتاجية الصحراء يرفع كثافتها الحيوانية على زيادة نشاطها ، لتوفر لنفسها الطعام الكافي ، ومن ثم زيادة حدة مشكلة المياه وبعبء الحرارة .

ان الموقع الجغرافي لاسرائيل عند ملتقى ثلاث وحدات جغرافية حيوانية شاسعة - هو مفتاح فهم الاشكال المتعددة للحياة الحيوانية في الزقب ، والتنوع الهائل في انماط التكيف مع الظروف الصحراوية . ان السطح المتنوع التضاريس في الزقب حاليا ، والتغيرات المناخية في الازمنة الغابرة والانواع العديدة للتكوينات الصخرية تكون كلها انواعا لاحصر لها من المواطن ، والبيئات المختلفة للحيوانات ذات الاحتياجات البيئية الشديدة التنوع . ان كثافة البيئات المختلفة في المساحة المحدودة للزقب ، والتي تعتبر العامل الاساسي في ثروتها من الظواهر البيولوجية بل - وأكثر من ذلك - تحرك الحيوانات وانتقالها من مكان الى مكان - يجعل من العسير تحديد مناطق التوزيع الحيواني . ولما انهاء في هذا العدد أسعد حظا ، فقد استطاعوا تقسيم الزقب الى اقاليم نباتية متميزة لا تناسب الا بدرجة محدودة مع مناطق توزيع الحيوانات .

ان التحديد الجغرافي الوحيد البارز لتوزيع الحيوانات يجري بالقرب من الحدود الشمالية لمنطقة ماكنش رامون ، ويستمر شمالا نحو منطقة سفوح هاتزرا ثم يصل السس منطقة زهار شمالا . وسوف نطلق على هذه المنطقة من اجل التبسيط اسم "خط رامون" ونصو خرائط توزيع بعض الحيوانات هذه الحقيقة بكل وضوح . ان كثرة من الحيوانات التي لها نمط توزيع البحر الابيض المتوسط تمتد من أقصى الشمال الغربي حتى هذا الخط ، الذي يعتبر كذلك بمثابة حد للعديد من الحيوانات شبه الصحراوية . وهذا الخط أكثر وضوحا حين نلاحظ توزيع حيوانات الصحراء القاسية التي تعيش في منطقة جنوب شرقي هذا الخط .

وان ما يصدق على الحيوانات الفقيرة يصدق كذلك على كثير من الحيوانات اللاقارية . يمكن ان نأخذ مثلا لذلك القواقع البرية . ان وجود القواقع البرية في الصحراء في حده ذاته بعدد مبعثا للدهشة للمائح الزائر . وهناك نوعان ميزان منها : احدهما القواقع

الصحراوية الذي يغطي احيانا قم الشجيرات القصيرة بكثافة تبدو مع النباتات كما لو كانت تحمل براعم بيضاء كبيرة ، وموطن هذه القواقع البيئات الرملية شمال غربي خط رامون . اما النوع الاخر فهو القواقع الصحراوية الابيض الذي تغطي اصدافه البيضاء الطفيلية والمنفج الصخرية لنفس المنطقة . وهناك انواع عديدة من القواقع لها نفس التوزيع وهناك عدد قليل جدا ومحدود من القواقع البرية التي تخترق خط التحديد في اتجساء الجنوب الشرقي ، ثم تختفي بعد ذلك ، نحو منخفض ( عربة ) .

ومما يثير الاحساس المفرد بالدهشة ان ترى نفس البيئة في الشمال الغربي والجنوب الشرقي لخط الحدود تسكنها حيوانات مختلفة . ومن الامثلة الجيدة لذلك ما نراه تحت احجار القاعدة الصحراوية التي توفر ملاذا طيبا للعديد من الحيوانات ، وتكون احدى البيئات الحيوانية شديدة الكثافة في المناطق القاحلة . ان درجة الرطوبة المختزنة هناك ، ودرجات حرارة التربة المنخفضة والوقاية من الاشعاع الشمسي الحار تجتذب الحيوانات حتى غير المتلائمة - في العادة مع الظروف الصحراوية . ان هذه البيئة شمال غربي خط التحديد تعتبر الموطن التقليدي للعناكب والحريشات ( ام اربعة وأربعين ) ، والعقارب وعدد آخر من اللاقريات ، وهي كذلك ملجأ وملاد للزواحف ، لاسيما الثعابين والسحالي ، ولكن هذه المجموعة تقل تدريجيا في اتجاه الجنوب الشرقي من هذا الخط كما هو الحال مع القواقع . وفي هذه الصحراء القارمية لا بد ان يقابل الانسان عشرات الحجارة من اجل العثور على عقرب واحد او ثعبان او خنفساء واحدة . كما ان عددا كبيرا من الانواع الشائعة شمال غربي هذا الخط لا توجد هناك . وحيانا نجد ان بضعة مئات من الامتار هي التي تفصل منطقة توزيع احد الانواع على جانب من جوانب الخط عن منطقة توزيع المقابل الايكولوجي على الجانب الآخر . وصدق هذا على سبيل المثال على السحلية ، فالسحلية الشائعة شديدة الوفرة شمال غربي هذا الخط ، وسحلية سيناء تعيش في نفس البيئة شمال شرقي هذا الخط .

ويعتبر خط رامون ، للتوزيع الجغرافي الحيواني في الاساس دلالة على اتجساء اسرائيل المناخ من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي . وهذا عامل من العوامل التي تحدد طبيعة المجموعات الايكولوجية ( البيئية ) اما المقاييس الاخرى فهي سطح التضاريس المحلي وظروف التربة في البيئة .



وهناك - كما سبق القول - بيئات رملية على جانبي خط (رامون) ، نفس النقب الغربية تعتبر امتدادا شاملا للمساحات الرملية الشاسعة لسيناء الشمالية التي تعتبر بمثابة طريق للفرزول لعدد من الحيوانات الصحراوية والنباتات الصحراوية التي تنمو في منطقة شمال في منطقة البحر المتوسط في إسرائيل . وليس من قبيل الصدفة البهجة ان هذا البحر الذي يسير طريق البحر كان يخدم نفس الغرض في تاريخ الانسان في المنطقة . ان الحيوانات الرملية ( اى التي تفضل الحياة في البيئات الرملية ) تعيش في تلك البيئة تشكل مجموعة ( ايكولوجية ) شديدة التميز ، فهي تتميز نفسيا تلاؤمها المورفولوجي ( الشكل ) والسلوكي مع الطبقات الرملية السفلية شديدة التحريك والابتعاد . وأبرز صوم التلاؤم والتكيف للسير فوق الرمال المخلخلة هو كفاف حيوان الهضيل ( الجرد ) المغطاة بطبقة من الشعر الطويل والاصابع الطويلة المدببة للمساحات الرملية المغطاة بقشر شوكية وشعر وقطاعات ساقية ، وانواع الخنافس ، وما شابه ذلك . وهناك حيوانات أخرى من البيئة نفسها تستخدم هذه الاساليب ذاتها لاختراق الرمال والاختفاء تحت السطح خلال ثوان اود دقائق . وكعدد جنود الجيش الثامن البريطاني ( الذين يعرفون باسم ( فتران الصحراء ) و جنود روميل ( ثعلب الصحراء ) الذين يسمون انقاذ وحياتهم باستغلال هذه السمات او الخاصية في الرمال . ومن اشكال الحمايصة للحيوانات الرملية والحيوانات التي تعيش في الملاجئ والكهوف الرملية - الحيوانات ذات الجلود ، مثل الثعبان الرملى ، وكذلك الثعبان القصير الرملى شديدة السم والخفصاء الرملية .

وهناك مجموعة رملية أخرى شديدة الاختلاف ، وان كانت واضحة المعالم تعيش في نفس البيئات الرملية في منخفض ( عربة ) حيث الظروف الصحراوية أشد قسوة ، كما انها ترتبط جغرافيا وحيوانيا بالمناطق الرملية في صحراء شرق الاردن الجنوبية . وهناك انواع مثل حيوان العسل ( الجرد ) المصري والثعبان الرملى ذى السم الشديد وحيوان الوزغة ( سام أبرهي ) الارض الليلي كلها تدل على نفس اشكال التلاؤم مع بيئتها الرملية التي سبق ان وصفناها .

ومن المناطق الجبلية في النقب نجد ان السطح الصخري الذي تغطيه الاودية هو مفتاح تقسيم السطح العام الى عدد كبير من البيئات المختلفة مثل صخور ( الهامدا ) ، والمنحدرات الصخرية ، التي تنحدر من زوايا مختلفة الى مستوى الاودية ومناطقها

الاودية ، والسهول القبية المغطاة بالطفل والصخور المخدرة والاودية الضيقة . ويسود جزء من هذه الاجزاء الكثرة للسطح العام في شكل بيئة مختلفة ومحددة المعالم . ونحن نأسف لاننا نقتصر حتى الان الى ابحاث ماخبة دقيقة عن بيئات هذه المناطق بحيث يتيح لنا فهم الكثرة عن اسلوب حياة العديد من المجموعات الحيوانية التي تتميز بها كل بيئة .

ان صوم تأقلم الحيوانات مع بيئتها الصحراوية عديدة الاشكال ، وسوف نتناول أولا الحيوانات المتكيفة للبدو . فحياة البدوي في الصحراء تستحيل دون الجمال والافنام والماعز والحمير فهذه حياته ، وهي تبقى عليه ، وتقيم اوده في الصحراء التي تتلاءم معها بشكل خاص ، وان كانت هي كلها حيوانات مستأنسة .

#### ١ - الجمال

ان قدرة الجمال الخارقة على مقاومة ظروف الصحراء معروفة للجميع . وقد عرفت التوراة ارتباط الجمال بصحراء منطقة بالشعوب السامية ، بالقائل الرحل . واقساما ذكر الجمال في ٥٢ موضع في التوراة ، ففي سفر التكوين وحده الذي يروي قصة أصل الشعب اليهودي ، يذكر الجمال ٢٤ مرة ، كما ان كلمة ( جمال ) في كل اللغات الغربية مشتقة من الاسم العربي

ان الجمال مصدر العديد من القصص والماطير في الفنون الشعبية بمئات الحضارات التي ظهرت وازدهرت في النقب . وقد استثناه من آلاف معدودة من السنين رافق البدو والرحل في الصحراء ، وهم يواجهون كحيوان للحمل والدمل . ويستخدم لشيء ( حتى عشرة اترات في اليوم ) لصناعة الجبن ، ثم ان له صوفا متازا ( حوالي ثلاثة كيلوجرام من كل حيوان ) يستخدم للنسيج كما ان الجمال يقدم اللحم لسكان المدن الفاخرة الصحراوية

ومن خلال تأثير الحضارة الحديثة يتناقص عدد الجمال بسرعة الى جانب نقصان ماداته المعاصرين من البدو . وقد اختفت الجمال في بعض المناطق تماما ، وفي احصاء رسمي اجري عام ١٩٤٣ ، تم تعداد ٣٠٠٠٠ جمل في النقب ، اما اليوم فقد انخفض الرقم الى بضع مئات قليلة . ويمكن للفرد ان يراها هنا وهناك في النقب تحرك الحفصول للبدو ومعان المحراث الجرار قد حل محلها . وفي النقب الاوسط والجنوبي قد يلتقي المرء بالجمال حتى اليوم وهي تتجول بحرية وسط القطعان . وهي تربي في الاودية



دون صاحب لها يرعاها ويرثها ) . ولا يأتي إليها اصحابها الا مرة كل خمسة او سبعة ايام في الصيف ، ومرة كل عشرين او ثلاثين يوما في الشتاء لتتدبر المياه لها ، ويكسبن رؤيتها في ابعد الاماكن وأكثر عزلة في النقب . حتى في منتصف اشد ايام الصيف قبلا وحرارة تعرض اجسادها دون اذخعة لقسوة المناخ الصحراوي . ان سر حياتها ونقاشها فسي الصحراء يتجلى بكل وضوح في مثل هذه الحالة . ان التفسيرات العلمية لقدرة الجمل من كتابات العالم بليني لم تقدم الا اضافات جديدة لاسطورة هذا الحيوان الفند .

وأعظم اسهام في العصر الحديث لحل سر وجود الجمل قد اتاحه لنا العالم ( شيدت نيلسنز ) منذ عشر سنوات ، بدراسة الخواص الفسيولوجية التي تمكن اضعف حيوان يعيش في الصحراء من ان يتلاءم ويتكيف بشكل تام مع بيئته .

ولدراسة قدرة الجمل الفائقة على تحمل ظروف الصحراء ، قام ( شيدت نيلسنز ) وساعده بالتجول داخل الصحراء الكبرى وهي اشد مناطق توزيع الجمل قسوة وشدة . ومع ظهور نتائج دراستهم فان لغز الجمل قد تم حله بشكل كامل ، واتضح قدراته الفسيولوجية على التكيف مع الصحراء ، وظهرت مطابقة للمعطق والعقل ، وان كانت لا تزال تثير الحيرة والدهشة . والواقع انه لم تظهر في الجمل سمة او خاصية محددة لا تعتبر جزءا من النمط الفسيولوجي للتديبات . وفي الجمل لم تتغير كيميا الا بعض هذه الخواص وتطورت لمواجهة اخطار الصحراء .

ان التعرض الشديد لاشعة الشمس ، والاشعاع غير المباشر من الجوال الحار ، والتربة الحارة - تزيد في ايام الصيف من العبء الحراري على جسم الجمل ، كما ان الطاقة التي تولدها العمليات الهوائية تضيف الى ذلك ( ٤٨ سعرا حراريا ) لكل ملليمتر من الاوكسجين الذي يتنفسه الحيوان وقت العمل والراحة .

وكشأن كل الحيوانات المعرضة للبيئة الحارة فان الوسيلة الوحيدة امام الجمل لتبريد الحرارة عند زيادة درجتها سواء المعادلة او الزائدة على حرارة الجسد - هي عن طريق تبخير المياه . وللمواجهة كل ٨ هـ . سعر حراري من الحرارة المختزنة لا بد من تبخير ملليمتر من المياه . فالجمل هو الحيوان الذي لا يمكن ان يتجنب التأثير الكامل للظروف الصحراوية بسبب حجم جده لا بد ان يختر مقادير كبيرة من المياه لتنظيم درجة حرارة الجسم وجب ان يتم تأديته بطريقتا اقتصادية وفعالة ، اذ ان المياه شحيحة

نفس عظيم القيمة في الصحراء . وكيف يتم ذلك ؟ لم يكشف في جسم الجمل مخزن للمياه ، كما ان سنام الجمل ليس مخزنا للمياه على الاطلاق كما تدعى ذلك القصص الخيالية والخرافية . وعند ما يحرم الجمل تماما من مياه الشرب فان شأنه شأن احيوان شدي كبير يفقد وزنه بعدد ل يتوقع على مقدار المياه الموجودة في الغذاء الذي يستهلكه ، وعلى الظروف البيئية التي يتعرض لها ، وبعد فترة معينة يصل الى حد لا يستطيع بعده التحمل . مع ان الجمل يختلف عن معظم الحيوانات في درجة الجفاف التي يستطيع تحملها ، فقد يفقد ٢٢ % من مياه جسده دون ان يصبه ضرر ، لكنه في الوقت نفسه تحتفظ بحجم وكية مياه الدم في مستوى ثابت نسبيا ، وعند ما تتاح له المياه تعوض كل الخسارة في دقائق قليلة بفضل طاقته الضخمة للشرب . وهاتان القدرتان العجبتان هما ميزة واضحة للجمل من اجل حياته في المنطقة الصحراوية ، حيث تندر الموارد المائية وتوجد في اماكن متباعدة .

وسمة خاصة فسيولوجية اخرى تقلل - الى حد كبير - من استغلال المياه لتنظيم الحرارة . وتتفاوت درجة حرارة جسم الجمل الضخم تفاوتا كبيرا ، وقد تتجاوز درجة ذبذبتها اليومية ( ٦ درجات ) شوية ، وتبعاً لذلك فان الارتفاع الطفيف في درجة الحرارة في جسم الجمل خلال اليوم الطار بسبب ضخامة تكوينه ، ولسبب قدرته على تحمل الارتفاع الكبير في هذه الحرارة قبل بد تبدد وخفض المياه لتخفيض درجة حرارة الجسم المتوقعة تقلل الفارق الحراري بين الجسم والبيئة ، ومن ثم تخفض البخر اللازم لمنع الانفاط الحراري . وهذا التفاعل التخزيني للحرارة خلال اليوم الطار ثم اطلاقها خلال جوال الليل البارد يزيح حملا رهيبا من فوق كاهل الجمل ، ولولا ذلك لاعتمد اعتياده مطلقا على التفاعل التبريدي التبخيري . ان وير الجمل الذي يعمل بمثابة حاجز عازل فعال ضد تدفق الحرارة من البيئة يؤدي دورا هاما في اقتضاء المياه للجمل .

ان الجهاز المتخصص الكلى الذي يوفر المياه بتركيز البول ، والقدرة على افسراز البراز الجاف من بين الخواص الاخرى التي تضيف الى قدرة الجمل المتميزة في الحفاظ على المياه .

## ٢ - الحرارة

ترتبط الجمل في الصحراء بصفة عامة في اذهانتنا بصورة خلفية رائعة هي صورة



القوافل الطويلة التي تسير بإيقاع منظم عبر المساحات الشاسعة القاحلة خلف حمار صغير الحجم طويل الأذنين . وهذا الحيوان المتواضع هو الرفيق المخلص للبدو في رحلاتهم وأسفارهم وهو خدع كتابهم الخاص ، بحيث يقود قوافل الجمال عبر الممرات والطرق المليئة بالتراب ، ويصنع أثر قطعان الأغنام عبر الصفوح الصحراوية ، كما أنه يوفر لأطفال البدو في النقب في الوقت الحاضر وسيلة مواصلات خاصة توصل الأطفال إلى المدارس .

لقد ورد ذكر الحمار لأول مرة في التوراة كهدية مقدمة إلى إبراهيم من فرعون مصر ( التكوين ١٢ : ١٦ ) ويتفق هذا مع النظرة العلمية الحديثة التي تشير إلى شمال إفريقيا باعتبارها الموطن الجغرافي الأصلي للحمار المستأنس ، ومن شمال إفريقيا انتشر الحمار تدريجياً إلى جنوب غرب آسيا ، وأصبح حيواناً شائعاً في هذا البلد منذ بداية العصر البرونزي المبكر ( حفريات تل دوير وأريحا ) فضلاً عن ذلك فإن قدامى السكان اليهود في إسرائيل كانوا أول من ركب الحمار ، بالإضافة إلى استخدامه لها للحمل والعمل .

إن الاحتياجات الغذائية للحمار شديدة التواضع وهي تمكن هذا الحيوان المفيد من أن يتغذى بأشواك الصحراء والقش ، ومن ثم فهو يخترق أقصى البتاع النائية في النقب حيث لا تزال قطعان الحمير تشاهد بالقرب من مخيمات البدو .

والحمار مثلاً من فسيولوجيا مع الحياة في الصحراء ، لأنه يتحمل الجفاف حتى نسبة ٣٠ % من وزن جسمه وعلى الرغم من فقدانه المياه ، فإن حجم الدم يبقى ثابتاً تقريباً ، لأنه ينظم درجة حرارة الجسم عبر نطاق واسع من الظروف المحيطة ، بتأخير العسوق بمعدل يماثل الجمل ثلاث مرات أو أربع مرات . وهناك أهمية كبرى في قدرته الفائقة على استيعاب مياه الشرب ، فقد تأققت قليلة يمكن الحمار أن يستوعب كمية من المياه تعادل أكثر من ٢٥ % من وزن جسمه .

### ٣ - الباعزر :

كان هذا أول الحيوانات المجترة التي استؤممت ، ولقد وجدت آثاره في طبقات العصر الحجري الحديث في أريحا القديمة . وحيث يكون سطح الصحراء شديد الخشونة والانحدار ، وحيث تندر المراعى إلى أقصى درجة ، وحيث تشح المياه والغذاء ، عندئذ يصبح الباعزر اقتصادياً هاماً وحيث يعيش البدو في الصحراء ، ترافقه الباعزر .

إن تلك الباعزر السوداء وخيمة البدو المصنوعة من شعر البعز تجتذب العين ببريقها وسط الأراضي القاحلة في النقب .

إن وجود الباعزر سوداء المشعر زرقاء العين التي تسمى باللغة العربية ( الباعزر الجبلى ) وتنافسها البارز مع الصحراء اللامعة - لا زال سرا من الأسرار المأثورة . ولا يعرف إلا القليل عن تأقلمها الحقيقي مع الصحراء . وليس لدينا سوى دلائل يسمرة عسبن أن خصائص معينة تشل أهمية في هذا المضمار . ذلك الشعر اللامع الذي يغطيها ينطوى على خصائص المقاومة الطبيعية للحرارة ، وشأنها شأن الجمل . تتمتع بالقدرة على تخزين الحرارة وقت النهار ، وفقدانها أثناء الليل ، واعتمادها في المياه ، وعمل الكل في جسد لها بد أن يكون على أعلى درجات الكثافة في العمل . لكن معرفتنا العلمية عن هذه الأمور قليلة .

### ٤ - الأغنام :

إن الأغنام أكثر شيوعاً في النقب من الباعزر . ووجودها بكثرة في أماكن نائية في الصحاري حيث تقسو الظروف ، ويجف الطعام ، وتندر وجوده وتقل موارد المياه وتباعد دليل على قدرتها الفسيولوجية على التأقلم مع الظروف الصحراوية .

إن الفصائل المحلية ذات الذيل الدهني من أغنام ( العواص ) شائعة في صحاري الشرق الأدنى ، وربما تكون إحدى سلالات أغنام الاستبس التي نشأت في الصحاري وأشباه الصحاري المتاخمة لإسرائيل . ولقد وجدت صورتها على أحد الآثار الآشورية القديمة التي تصف أسلاب والأغنام التي أخذت في مدينة يهودية جنوبية إسرائيل في عصر ( تجلات بلسم الثالث أو الرابع ) - القرن الثامن قبل الميلاد - وصف هيرودوت ( ٤٨٤ - ٤٢٥ ق م ) الأغنام ذات الذيل الدهني في الجزيرة العربية وأغنام ( العواص ) - التي يفترض أن اسمها هذا قد اشتق من إحدى القبائل البدوية وهي قبيلة ( عواص ) التي تعيش في منطقة الفرات توجد في أكثر الأحوال المناخية حرارة وجفافاً ، ولها القدرة على الشرب مرة واحدة في اليوم ، ثم تغطي منطقة رعوية تبلغ ما بين ١٥ - ٢٠ كيلومتراً بعيداً عن مصدر المياه . وعلى العكس من الطبيعة التي تنطوي للوقوف في أثناء الرعى - فإن الأغنام تتحرك وتتقل أثناء رعيها . إن الذيل الثقيل لهذا النوع من الأغنام يشكل تلاؤماً مع الايقاع الموسمي للمناخ الصحراوي . إن شهر الشتاء والربيع المبكر ( وهو فصل يهيئ الربيع أو الصيف ) لدى البدو والرعاة



لأسباب واضحة ) هو ذلك الوقت من السنة حين تتاح للحيوانات الصحراوية فرصة تخزين الغذاء لشهر الصيف الشحيحة ، ومن ثم تسوية الاختلال بين فصول السنة . ان خراف ( العواص ) وأغنامها تختزن ما يصل الى عشرة كيلوجرامات من الدهن في ذيلها ، اما النعاج فتختزن حوالي خمسة كيلوجرامات وتركز هذا الاحتياطي على شكل دهون في منطقة واحدة محددة في الذيل في حالة الأغنام ، بدلا من توزيعها بالتساوي تحسب الجلد . يمكن الحيوان من تبريد الحرارة داخل جسمه كله . ان حيوانات المنطقة القطبية يمكن ان تثل نمودجا مضادا . فالدهن المتراكمة خلال الصيف تنزع بالتساوي تحت طبقات الجلد العبيقة ، ومن ثم تعزل الجسم عن البرد المحيط به ، وتحفظه من الحرارة .

ومن المعلومات المتاحة عن السلالات الاخرى من الأغنام لاسيما سلالة ( المارينو ) في استراليا ان الأغنام تنظم درجة حرارة الجسم من خلال غدد العرق في الجلد ، ومعاباة اللبث ، وهي عملية يعرفها الجميع من أدا الكلاب لها . فخلال عملية اللبث تسرع تهوية المسالك الهوائية التنفسية ، وتخرج كميات كبيرة من المياه من أسطحها المرطبة في الهواء الخارجى ، وتتزود هذه الأسطح بالمياه من عديد من الاوعية المائية الانسية .

ان القدرة على تحمل الجفاف والتغيرات الكثيرة نسبيا في حجم الدم هي من الخصائص البارزة والهامية في الأغنام ، وقدرتها الكبيرة على شرب المياه تمكنها من ان تعوض خلال ثوان كمية من المياه تقدر بنحو ٧ - ٩ لترات من المياه تكون قد فقدتها خلال خمسة أيام .

لقد ثبت ان فروة الأغنام من أفضل صور الوقاية ضد تسرب الحرارة ، وعند جسر فروة أغنام ( العواص ) فان مقاومتها لحرارة الصحراء تقل الى حد كبير .

ان قدرة أغنام ( العواص ) في استغلال الموارد الغذائية الطبيعية للمناطق القاحلة تفوق فيلبيد وقدرة اى سلالة اخرى من سلالات الأغنام . وارتفاع انتاجها من اللبن في ظل الإقتصاد الحديث من مائة لتر سنويا للرأس الواحد الى ما يصل الى نحو ٨٠٠ - ١٠٠٠ لتر يشير الى اهمية هذه الأغنام في التنمية الزراعية للمناطق الصحراوية وهي تستحق مزيدا من البحث في خواصها الفسيولوجية .

#### ٤ - الغزال والوعل :

ان حيوانات البدوى المنزلية ليست تلك الحيوانات المجترة الموجودة في الصحراء فحسب ، فقطيع الغزلان الرشيق في قاع الوادي النسيج او مجموعة الوعلات ذات القرن الطويلة واللحم السوداء فوق الجدار المنحدر لواد عبيق من الاودية - لمن المشاهد الشيرة الاخاذة .

لكننا نأسف لاننا لانعرف الا القليل النادر عن فسيولوجية الغزال والوعل ، وان كانت تلك الحيوانات البرية تجتذب دائما الاهتمام منذ العصور الغابرة حين كانت تعتبر رمزا للجمل والرشاقة .

لقد أثبتت الدراسات المبدئية التحديدية ان الغزال لا يمكن ان يعيش حتى في ظل الظروف الصحراوية المعتدلة على الطعام الجاف فقط ، بل لابد ان تتوافر له كمية قليلة من المياه سواء توافرت عن طريق الشرب او من خلال النباتات العصارية ، وتتوافر مثل هذه النباتات طوال العام في الاودية الواسعة ، وهي الموطن المثالية للغزال . ففي منطقة ( عربة ) الحارة القاحلة حيث تعيش الغزلان نجد انها تتغذى على اوراق شجرة ( الاكاشيا ) بل وتحاول احيانا الوصول الى البراعم والجذور الصغيرة بالوقوف على سيقانها الخلفية ، ومن ثم فهناك ارتباط بين توزيع الغزال ووفرة شجرة الاكاشيا في منطقة ( عربة ) في الرقب الجنوبي . ان صور السلوك الفسيولوجية للغزال التي تساعد على البقاء في الصحراء بكمية قليلة من المياه لازالت مجهولة .

اما معلوماتنا عن ( الوعل ) ذلك الحيوان الجميل فوق الصخور والجروف شديدة الانحدار وصحرا يهودا فهي قليلة بل ومعدومة تماما .

#### ٥ - الحيوانات آكلة اللحوم :

ان سائر الحيوانات آكلة العشب النشيطة خلال النهار والتي تعرف اجسادها الكبيرة للمناخ الصحراوي التطرف تضطر لشرب المياه . ولكن المياه الموجودة في النباتات التي تأكلها خلال موسم الجفاف لا تكفي اطلاقا لتعويض كميات المياه المفقودة نتيجة العرق واللبث . ويختلف الموقف تماما بالنسبة للحيوانات الصحراوية آكلة اللحوم ، فالمياه الموجودة في فرائسها تصل على مدار العام الى ٦٠ % ، ٧٠ % من وزنها ومثل هذه



الكعبة من المياه تكفى لاحتياجات معظم هذه الحيوانات وخاصة فيما يتعلق بأنماط نشاطها الليلي .

ان المرء اذا عبر الصحراء نهارا قد لا يدرك اوى وجوه مثل هذه الحيوانات ولكن اذا حل الليل ، واستخدم الاضواء الكاشفة من احدى السيارات المتحركة فانه يدرك اشياء العديدة الهائلة من الميول التي تلعب في الظلام ، وهي تعكس تلك الاشعة ، فالضئسع وشعوب الصحراء ، والقط البري والوشق ( حيوان من فصيلة النمر ، وأصغر من النمر ) - يمكن التعرف عليها بسهولة . ولا يكاد نعرف شيئا عن فسيولوجية تلك الحيوانات الهامة لكن البحوث التي اجريت على الكلب والقط قد تسهم في الفهم العام لحياة الحيوانات آكلة اللحوم في الصحراء . ويبدو انها تعتبر في موازنة اقتصاد المياه على المورد المائسى الوحيد في دماها لميول رئيسيين : انها تنشط ليلا ما يقلل الى حد كبير من الوقت الذي يلزم لها لتنظيم درجات حرارتها بواسطة عملية اللهث ، كما تستطيع اعضاء الكلى فيها ان تراز الفاقد المائى لغذائها الغنى بالبروتينات في البول شديد التركيز ان كثافة آثار اقدام الحيوانات الصحراوية بالقرب من موارد المياه في الصحراء قد يفسرها اقتصادها آثار فرائسها أكثر ما يفسرها احتياجها الى مياه الشرب . وان كان المرء يلاحظها بحياتها ترد موارد المياه للشرب .

## ٦ - القوارض :

القوارض في كل مكان بالصحراء ولقد دلت الدراسات التقليدية على انه ليس هناك مربع واحد في النقب كلها دون ان يكون فيه ولو سلالة واحدة على الاقل من القوارض . ولصغر حجم القوارض تواجه مشكلات خاصة في الصحراء ، فكلما صغر حجم الحيوان زادت كمية المياه النسبية المطلوبة لتبريد الحرارة المخزنة من البيئة الحارة ، ولتجنب الافراط الحرارى فان القار الذي يبلغ وزنه مائة جرام يحتاج - على سبيل المثال - لقدر من المياه يعادل ١٥ ٪ من وزن جسمه في كل ساعة يتعرض فيها لدرجة الحرارة في يوم صيفى عادى في الصحراء . وحاج الجمل لنفس الأرض الى قدر من المياه يعادل ١ ٪ من وزن جسمه ، وحاج الانسان الى ١ - ٥ ٪ ، وحاج الكلب الى ٢ ٪ .

ولذلك فالتبريد بالتبخير ليس عمليا بالنسبة لكل الحيوانات الثديية الصغيرة . وخلا عن ذلك كيف يمكن للحيوانات الصغيرة مثل جردان الصحراء التي تنزن ما بين ٢٠ الى

١٠٠ جرام ان تحصل على كمية كبيرة نسبيا من المياه في منطقة تدر فيها المياه السطحية؟ يعتقد البدوان الجردان يعمل الى موارد المياه تحت السطح بحفر اعماق داخل الارض ولكن هذه اسطورة . وثبتت المعلومات العلمية ان معظم القوارض التي تعيش في النقب لا تشرب المياه اطلاقا وانها تستطيع ان تعيش - على الاقل - دون شرب المياه . يبدو ان كل القوارض الصحراوية تعمل على تنظيم درجة حرارة جسمها في اطار الحدود الثابتة نسبيا ، والتي تميز الحيوانات الثديية بوجه عام . فكيف تستطيع ان موازنة اقتصاد المياه وتبريد اجسامها ؟

ان نمط السلوك الايقاعى المنتظم الذي يعتمد تجنب التأثير الكامل للصحراء يقدم جزاء من الاجابة على هذا السؤال . فخلال النهار حين يصل اشعاع الشمس فى الصحراء المكشوفة الى اقصى درجاته تصل الحرارة الى ذروتها ، وتصل الرطوبة الى ادنى مستوياتها . فان الجردان يستفيد من ضالة حجمه ، ويلوذ بالملاجئ تحت الارض حيث يستمتع بظروف أفضل . وفي منتصف نهار الصيف ( ٢٠ أغسطس ١٩٦٢ ) فوق منطقة رملية في دائرة ( رامون ) تم قياس درجة الحرارة فكانت ( ٣٨ ° مئوية والرطوبة النسبية ( ١٢ ° مئوية ) في الهواء الطلق . وكانت درجة حرارة سطح التربة آنئذ ٦٣ درجة مئوية . ودرجات الحرارة التي قياست في نفس الوقت وفي نفس الموقع في الكهوف والفجوات والملاجئ كانت ( ٢٧ ° مئوية ) والرطوبة النسبية تقدر بنحو ٦٠ ٪ اما في الليل - عند ما كانت الجردان ومعظم القوارض الصحراوية تنشط خارج ملاجئها - فان درجات الحرارة التي تواجهها في نفس المنطقة ما بين ١٧ ° مئوية ، ٢٥ ° مئوية والرطوبة النسبية كانت غالبا أعلى من ٢٠ ٪ . ومن ثم فان القوارض تتجنب قسوة الصحراء وتستمتع بالظروف المعتدلة نسبيا في مناخ محلى محدود من صنعها ، بحيث تدخف كميته المياه المفقودة في أثناء التبريد بالبخر الى اقصى حد . ولكن مع هذا السلوك ، فان مشكلة الحفاظ على التوازن المائى دون شرب تبقى قائمة .

وازدادت صعوبة المشكلة حين اوضح العالم شيدع نيلسن وحطعته ان جردان ( القنفذ ) من صحراء ( اريزونا ) يمكن ان تعيش الى ما لانهاية في العمل عند درجة حرارة ٢٥ درجة مئوية ، ودرجة رطوبة ٣٠ ٪ على طعام من الشعير الجاف فقط دون مياه شرب . وتشير جردان النقب الى نفس المقدرة ولكن كيف يتأتى لها ذلك ؟ ان طريقة تنظيم جردان ( القنفذ ) وموازنه لاقتصاد المياه قد تفسر حالة القوارض في النقب . ان المياه



الوحيدة المتاحة في الطبيعة لتلك الحيوانات لاستمدادها من طعامها ، فالطعام يحتوى  
بإحدى ذى على المياه مباشرة ، إذ أن أجزاء النباتات ( البذور والأوراق والسيقان )  
التي تأكلها القوارض تحتوى على بعض الماء الذى يصل إلى ٦٠ % - ٧٠ % من وزنها  
الطازج والجردان من أكلة النباتات تجمع الطعام ، وتخزنه في الممرات تحت الأرض ففى  
الملاجئ التى تصنعها لنفسها ، وحفظ الطعام فى تلك المخابئ فى درجة رطوبة عالية  
نسبياً لا يحفظ للطعام مخزونه من المياه فحسب بل يزيد ، باحتصاص بخار المياه من الجسم  
كلما كان أكثر رطوبة من أجزاء النباتات المخترنة . ونورد مثالا لذلك ملاحظة ظهرت فى  
منطقة ( ماختش رامين ) بالنسبة للجردان ، فعينات بذور نبات Spiny Zilla  
الخزونة فى أحد مخابئ الفئران عدد درجة رطوبة نسبية تعادل ٦٠ % كانت تحتوى  
على نسبة ٣٠ % من المياه فى نفس الوقت الذى كانت فيه البذور الخارجية تحوى ١٠ % لا يزيد  
على نسبة من ٤ % إلى ٧ % من المياه .

وتحمل القوارض أكلة اللحم بطريقة مباشرة كذلك على المياه من فريستها ، وعلى  
سبيل المثال أن الغذاء الرئيس للجرد الشوكى الذهبى فى الطبيعة يتألف من القواقع  
الأرضية وتعتبر أكوام أهداف القواقع المسحوقة علامة على مخابئ الجردان فى الصحراء  
القاحلة ، ولما كانت تلك القواقع تحتوى على نسبة ٦٠ % إلى ٩٠ % من المياه فهى تشمل  
مصدرا مائيا طيبا للجردان .

والى جانب العنصر المائى المباشر ، يعتبر الغذاء موقدا غير مباشر للمياه  
لأنه من خلال الأكسدة خلال عملية تنفس الحيوان ، تخرج المياه ( تنفس - المياه  
البنائية ) ، لكن مقادير الماء المناخ طفيفة ، ومن أجل تحقيق اقتصاد مائى متوازن  
فإن القوارض تمتلك أجهزة وفاعليات شديدة التركيز لحفظ المياه . وليس لها قدر للعرق  
وهى تفرز برازا شديدا الجفاف ، كما أن بولها شديد التركيز ، حتى أنه يحتوى على  
مادة الهولينا الموجودة فى بول الإنسان بنسبة تزيد ست مرات . كما أن تركيز الأليكترولايت  
أعلى بدرجة أو درجتين من مياه البحر .

أن القدرة الخاصة لأعضاء الكلى لتركيز البول إلى مثل هذه الدرجة تمكن القوارض  
الصحراوية من الحياة على مياه البحر وحيث النباتات الصحراوية العنصرية شديدة  
الملوحة .

## ٧ - الطيور :

فى كل مناطق الأرض تبرز الطيور بسبب نشاطها المستمر ، ومداق هذا على الصحراء  
بالغنى حيث تجتذب اهتماما خاصا ، لأن السطح خلال النهار يكاد يخلو من أى حياة  
حيوانية أخرى ملاحظة ، وتوشط معظم الطيور فى الصحراء طوال اليوم ، حتى حين تكون  
الحيوانات الليلية والنواحي من حجمها تستمتع مناخ محلى طيب فى خباياها تحسب  
الأرض . ويمكن لهذه المخلوقات الوفيقة الجذابة أن تواجه الاخطار الكامنة للصحراء ؟

وسبب نقص المعلومات لا يمكن الإجابة على هذا السؤال إلا جزئيا . أن معظم  
صور تلوام الطيور مع حياة الصحراء صور سلوكية ، وسوف يلاحظ كل مشاهد بسهولة أنه  
خلال الصيف توشط الطيور أساسا فى ساعات الصباح وساعات المساء . وتوفر الانحدار  
والجروف شديدة الانحدار وشجيرات الصحراء من مختلف الأحجام ملاجئ ظليلة  
تفرغ إليها الطيور ، لتتجمع خلال ساعات الظهيرة ، ومن ثم تتجنب الإشعاع الحاد فى  
ذلك الوقت من النهار . وأحيانا تحلق الطيور على مسافات بعيدة لتعمل إلى ملاجئ مناسبة  
وقد رتها على الطيران تخدم بعضها بطريقة أخرى لتجنب حرارة منتصف النهار . ففى  
وقت الظهيرة تحلق ببطء على ارتفاعات عالية فى السماء بعيدا عن الأرض الحارة ، وتستمتع  
بالجو البارد على ارتفاعات عالية . ومن الحيل السلوكية الأخرى الوقوف على أقدام  
الأجنحة عن الجسم ، وهذه الظاهرة تلاحظ فى الطيور فى ملاجئ متصفاتها بار .  
ومعرض هذا الوضع الريش الرقيق فى الصدر للهواء ، ويزيد من خروج حرارة الجسم  
إلى البيئة . وفى نفس الوقت فإن عملية اللهث وتصفيق الجناحين مما يساعد على تبريد  
الجسم بواسطة التبخير .

وقد تبين بالنسبة للغراب الأسود فى النقب أن عملية التبريد بالتبخير التى  
يقوم بها فى درجة الحرارة العالية تكفى لتبريد كل الحرارة البدائية المتولدة فى الجسم .  
وهذا الغراب الأسود فى الوقت نفسه محب برش من الأفراط الحرارى الذى يمسك  
جسمه عزلا تاما على نحو ما أوضح العالم ماردر فند وجد فرقا بمقدار ٣٠ ° مئوية بين  
الريش الخارجى لهذا الطير ودرجة حرارة الجلاء تحته .

وهناك بعض الخواص التكوينية للطيور بشكل عام تجعلها مثالية ، وتأقلمة  
مع البيئات الصحراوية . ودرجة حرارة أجسامها تكون أعلى بمعدل درجتين إلى أربع



درجات شوية عن الحيوانات الشديدة ، مما يقلل الحاجة الى التبريد بالتبخير . كما ان افراز نواتج عادم ( النيتروجين ) في شكل حامض اليويك الصلب غير القابل للذوبان بدلا من مادة الهول الخفيفة التي تفرزها الثدييات - يضيف كثيرا الى قدرة الطيور على حفظ المياه .

ان الطيور الجارحة التي تغرس المفصليات ، والقواقع البرية او الفقاريات تتخصص مقادير كبيرة من المياه في غذائها ( من ٦٠ ٪ الى ٩٠ ٪ من وزنها ) ، ومن ثم فهي تحقق بسهولة اعتمادا مائيا متوازنا حتى في الصحراء . ويصدق هذا على الطيور ( الاكلة للنبات والحيوان ) فالطيور آكلة البذور تحتاج من ناحية اخرى الى مصدر مياه اضافي ، لان مقدار المياه في البذور طفيف للغاية ، ولقد قدر ان المياه البنائية المستمدة من البذور لا تكفي لتغطي او تعوض حتى المياه المفقودة بواسطة اللهث ، ولذلك فالطيور آكلة البذور لا بد لها من شرب المياه ، ومثال ذلك الاسراب الكبيرة من طائر الطيهييج الرملي ( طائر من مرتبة الدجاج ) فهي تشاهد صباح كل يوم من ايام الصيف وهي تطير على بعد ايام كثيرة من صحراء يهودا الى نهر الاردن او من السهل الطفلي للترانسب الاوسط الى مستودعات المياه من مستعمرات (ريفيغيم) وبوك فانتا . وقد اتبعت طريقة مؤثرة في سقي صغارها فالذكور تعود صدها في المياه أثناء شربها الى ان يتشبع ريشها بالماء وهي معدلة ومهيأة لهذا الغرض خاصة ، ثم تطير عائدا الى العش حيث تنور الطيور الصغيرة الريش التبلل خلال مراقبها وتشرب الماء المقطر .

وهناك طيور من نوع ..... ( Trumpeter bullfinch )  
 نوع Sinae rose pinch من آكلة البذور تأتي بانتظام لشرب المياه من كل مورد مياه في الصحراء سواء كان ينزوعا صغيرا ام فجوة ملوثة بالمياه او بئرا عميقا واصواتها الغريبة تجذب دائما عشاق الطيور الى مواقعها .

## ٨ - الزاحف

تنتشر الزواحف في النقب كلها ، وفي ابعد المواقع لا مكن يمكن مشاهدة سحلية صحراوية صغيرة فوق منحدر صخري ، سحلية رشيقة ذات اصابع مدببة متلاصقة تشاهد وهي تجري بسرعة من شجرة شوكية الى شجرة اخرى في الحوض الطفلي لمستنقع جاف . اما فوق الجرف القاحل شديد الانحدار فسوف نجد دائما ( الحبيزة ) تراقبك وهي

تقفز بحركات مضحكة . وصف البدو هذه الحركات الغريبة بقولهم انها ( تصلي ) . وخلال الليل تنقسم ست فصائل من الثعابين العامة فيما بينها السيطرة على مناطق ومواطن مختلفة من النقب . وهناك ثعابين اخرى طويلة ورشيقة وخفيفة وغير سامة قد تشاهد شديدة في الضوء الخافت للغسق والليل . وفي الليل تقفز الزفاز الثعابين الصغيرة شديدة السم ( الحوائط العمودية وتقترب من الارتفاعات التي تتجمع فيها الحشرات يكشف شعاع الضوء فصائل اخرى من الزفاز فوق الكتيان الرملية . وفي احدى الليالي يمكن ان تقفز احدى الزفاز الصغيرة التي لا تتجاوز ( ٢ - ٣ ) سنتيمترات في الطول ، وهي اصغر الزواحف على الاطلاق بعد ان تظهر من اسفل حجر من الحجارة الى هواء الليل البارد .

ولما كانت الزواحف كلها من الحيوانات الصغيرة فهي تستطيع تجنب الظفر غير المواتية في الملاجئ تحت الارض ، بل ان الحرباء الضخمة ذات الشكل القبيح التي يبلغ طولها ( ٦٠ ) سنتيمترا تحفر مخبأها على العمق داخل التربة الخشنة . وفي منخفض التربة في احدى ايام سبتمبر الحارة حين تتجاوز حرارة الجو اربعين درجة ، وتنخفض الرطوبة النسبية الى اقل من ١٠ ٪ - وجد ان Uromastix تعيش داخل منساج محلى درجة حرارته ٢٦ درجة مئوية ونسبة الرطوبة ٧٠ ٪ . فضلا عن ذلك فان الزواحف والحيوانات ذات الحرارة الجسدية المنخفضة التي تعتمد اساسا على العوامل البيئية لتنظيم درجة حرارتها عندما تعود الى مخبأها تنخفض درجات حرارتها - ولهذا فان عملية الهما تنخفض وتتباطأ ، ويقل استهلاك الطاقة وكذلك استهلاك المياه ، ومن ثم فان التأقلم الاساسي للزواحف مع الصحراء هو تأقلم سلوكي ، اذ يختار كل منها الوقت في النهار والفصل في السنة تبعاً لما يفضله لكن يذشط ويعمل فيه .

ان الحرباوات التي تعيش الحرارة سوف تتحرك مخبأها نهارا اما الثعابين والزفازات فهي تذشط ليلا ويظل كثير منها خاملا خلال شهور الشتاء القليلة ، وستأنسف بعضها نشاطه مع كل يوم مشمس .

وقد تشاهد ( الحبيزة ) تقفز في ضوء الشمس واجسامها عبودية على شمعة الشمس بحيث يلمع جلد ها بلون داكن يتوسع الالوان القائمة ، ومن ثم فهي تختن الحرارة بسرعة ، وقد فأت حتى مستوى نشاطها . اما الحرباوات والسحالي فان هذا المستوى



يكون عدد درجة حرارة ما بين ٢٤ درجة مئوية ، ٣١ درجة مئوية ، ويعتمد نسبيا على درجة حرارة البيئة ، وعند ما ترتفع درجة حرارة البيئة فهي قد تستفيد من الغشاخ المحلى للاماكن الظليلة ، وتبقى في الشمس لفترات قصيرة فقط . اما ( الحبيبات ) فتتلقى الوانها الفاتحة ، وتصبح أكثر برقا . وتخرج كثير من السحالي الى الوقوف على سيقانها بعيدا عن التربة الحارة ، وأحيانا تنقز فوق الشجيرات ، وتؤدي عملية اللهث والتنقيب إلى التبريد بالتبخير بما يمكن الزواحف من تحمل درجات حرارة عالية لمدة أطول .

ومعظم زواحف الصحراء آكلة لحوم ، ومن ثم فان غذاءها يحتوي على نسبة عالية من البياض اما السحالي النباتية أي آكلة النباتات فتعيش أساسا فوق النباتات العصارية ، وتحقق درجة عالية من اعتماد البياض بنفس الفاعليات التي سبق ان ذكرناها عن الحيوانات الصحراوية الأخرى . وولها كتلة نصف صلبة من حاض البولييك ويحتوي على قليل من الماء .

#### ١ - الفصليات :

ان كل زائر يقض ليله في النقب سوف يروى العديد من الحشرات مثل : ——— الخشب ، وام أربعة وأربعين ، والعناكب ، والقارب ، وكل هذه الفصليات صغيرة ، وهي تشغل مساحات كبيرة بالنسبة لكتلتها . ومن ثم فمن المصير عليها أكثر من الفقاريات الكبيرة ان تتجنب الافراط الحراري الميت والجفاف المهلك . ولكن من السهل عليها اراء ضالة اجسامها ان تستخدم الفتحات الصغيرة والفجوات والفراغات المحدودة تحت الاحجار والصخور كخابئ حيث تجد جوا مشبع بالرطوبة ، ودرجة حرارة معتدلة . كذلك نجد ان كثيرا من الفصليات من الحشرات الليلية مثل القارب والحريشيات ( ام أربعة وأربعين ) وكثيرا من العناكب اوسوس الخشب الصحراوي تترك خابئها الضيقة فترة قصيرة بعد غروب الشمس بقليل وتضطرب خلال الليل . اما في الصباح قبل ان ترتفع درجة حرارة الجو ، وتبخر ندى الصباح تماما ، فهي تتراجع بسرعة الى خابئها العميقة . وفي الايام الملبدة بالسحب يحدد نشاطها الصباحي الى ساعات متأخرة . لقد أثبت العالم ( ادنى ) الذي درس تلك الحيوانات في صحراء الجزائر ، اعتمادها على طبقة سفلية من الرطوبة ، وعلى الجوال المشبع بالرطوبة التي تجدها باستمرار في اعمساق خابئها .

وهناك فصليات أخرى ، وخاصة الحشرات التي قد تشاهد نشيطة حتى في وسط

نهار الصيف . ان وجود طبقة خارجية جلدية شمعية تجعل جلود تلك الحيوانات غفيرا نفاذة نسبيا لبخار الماء ، وتجعلها أقل اعتمادا على خابئها . ثم ان وجود قصبة هواثية او نوع من الرثة في الجهاز التنفسي يفتح ضيقة تخلق عادة - يساعد على تقليل فاقد المياه بواسطة العرق والرشح . وفي كثير من الخنافس السوداء التي تنظم بوضوح عند ما تشاهد نشيطة تحت شمس الظهيرة في يوم من ايام الصيف - نجد ان تلك الحيل والا ساليب متطورة الى ابعد الحدود . ولحشرات القوار نفس الخواص ، وقد تشاهد وهي تتحرك لمسافات بعيدة فوق التربة الحارقة نحو جمل يرقد في ظل احصى اشجار الاكاشيا وتشرب كثير من الحشرات المياه عند ما تتاح ، وقد يكون الندى والرطوبة المكثفة فوق الاشياء الباردة مصدرا لمياه الشرب ، ويمكن للعناكب امتصاص المياه من الجوف وتتضح هذه القدرة حتى في الهواء غير المشبع تماما ببخار المياه . ومن ناحية أخرى يتحمل كثير من الفصليات فقدانا كبيرا من المياه بأكثر مما تحمله معظم الحيوانات والحشرات فتعيش ولو فقدت ٦٠ ٪ من مياه اجسامها .

ان كل فصائل وعناصر الفصليات وانواع البنيات التي تعيش فيها ، وتنوع الاشكال وانماط التلاؤم وصور التألم - تشير كلها الى ان تلك المجموعة تحرز نجاحا هائلا في الصحراء .

#### ١٠ - بطيئات الاندام :

لقد ذكرنا من قبل ان القواقع البرية موجودة في كل الصحاري . ان المعروف الايكولوجية المحدودة التي لدينا عن هذه الحيوانات التي تعيش في الرقيد على كيفية تلاؤمها مع الظروف الصحراوية ، ومن أكثر الفصائل شيوعا وانتشارا Sphinct erochyla التي تفقد خلال يوم الصيف الحار ( ٢٧ - ٢٠ مليمجرام ) من المياه وتوسط وزن جسمها بدون الصدفة ( المحارة ) ٢٣ جرام ، ٨٥ ٪ او حوالي ١٩٦ جم منها من المياه . ولما كانت القواقع تستطيع تقليل محتواها المائي حتى ٦٠ ٪ الى ٦٥ ٪ من وزن جسمها دون خطر ميت في مقدورها ان تفقد حوالي ٥٠٠ مليمجرام من المياه ، ويكفي هذا القدر لتغطية فاقد المياه للقوقعة خلال ٥٠٠ يوم على الأقل من ايام الصيف ولكن هذا مجرد حساب نظري لان المحتوى المائي في الطبيعة لا يتغير على مدار السنة وربما كان القدر القليل المفقود من المياه يوميا بسبب البخر بموض بواسطة المياه النباتية .



## الفصل التاسع عشر

### كلمة ختامية

ان سائر النباتات والحيوانات والآدميين الذين يعيشون فوق كوكب الأرض والتربة التي يعيشون فوقها ، ويستمدون منها المياه والغذاء ، والجو الذي يتنفسون فيه الغازات - تكون وحدة واحدة متوازنة متعادلة ، هي التي نسميها البيوسفير (جوال الحياة) وتألف (البيوسفير) اوجوال الحياة من عدة وحدات فرعية ، والانظمة البيئية التي تتفاوت في الحجم من النظام الهائل الكبير في مثل الغابات الضخمة الشسوية الانظمة المتناهية الصغر مثل مجموعة الاشياء او الطحالب الصغيرة التي تعيش فوق صخرة من الصخور وكريات (البيوسفير) اوجوال الحياة التي تعيش والتي لا تعيش تتفاعل فيها بينها ، فالجوال والتربة يؤثران في كل الكائنات الحية ، وهما بدورها يتأثران بالكائنات الحية ، فأشكال السطح والتضاريس وخواص الصخور تحدد صفات النباتات والمواطن ، وهي في الوقت نفسه تتعرض للتأثير المضاد للكائنات الحية التي تسكنها والكائنات - بطبيعتها الحال - تتفاعل فيها بتأثيرها وتأثر . بل ان العناصر من خارج الأرض تؤدي دورا هاما ، فالاشعاع الشمسي يعتبر مصدر الطاقة الاولى لجوال الحياة كلها ، كما ان للاشعة الكونية تأثيرها أيضا .

ان الانسان وهو جزء من (البيوسفير) يختلف عن الكائنات الحية الاخرى ، فمما ان ابتكر الزراعة عمل دائم وسرعة متزايدة عامدا او غير عامد على اختلال توازن الانظمة البيئية الطبيعية ، اذ غيرها بل دمر عددا منها لا يحصى على نحو لا يرجى معه صلاح . كما انه خلق لنفسه انظمة بيئية متعززة بمنزلة بها دون سواء مثل المزارع ، والمستوطنات الريفية والمدن . ومن خلال الوان نشاط الانسان العديدة غير بيئته الى الحد الذي يهدد وجوده نفسه بالخطر . وهذا واضح لدرجة اننا لانحتاج الى امثلة . ونذكر فقط تلوث الجو والمياه باستخدام الاسدة بشكل مفرط ، والانفراط في رشح المياه الكيماوية الخطرة ، والغبار الذي ينشأ من الانفراط في استغلال الموارد الطبيعية - والانفراط في سكنى مواقع المعيشة .

ونثار سؤال عما اذا كان الانسان قادرا وراغبا في ايقاف هذه العملية وتغليبهم انشطته على نحو يصبح معه مشاركا منسجما مع هذا النظام ، كما كان قبل ان يبتكر حضارته الخاصة ، ولا يعني ذلك انه سوف يهجر او يتخلل عن كل ارجازاته الفريدة ، لا يعني هذا الا انه يجب ان يستخدم ذكائه وخبرته وعبقريته وهي نفس الصفات التي جعلته بوصفه الحالي في العالم المعاصر يتفهم بيئته . وسوف يستطيع عندئذ التنبؤ بتأثير نشاطه على (البيوسفير) وأن يخطط حياته على هذا الاساس .

ان موضوع كتابنا الصحراء وتحديداتها مثال رائع لذلك نتعلم منه الكثير ، ويتعلق هذا الدرس بتأثير الانسان وتأثيره على البيئة ، والدور الذي يؤديه في الانظمة البيئية التي يعتبر هو نفسه جزءا منها . والوسائل التي يستخدمها للحياة وللنظام مع البيئة . ولقد حقق هذا البقاء جريا بواسطة المحاكاة ، عن قصد او عن غير قصد لصورتنا للاثاث الاخرى التي تعيش داخل النظام البيئي نفسه ، وباستخدام عبقريته الخاصة في البحث عن سبل جديدة لمواجهة هذا التحدي .

ان الصحراء في دراستنا للزقب تشمل لاسباب ثلاثة تصورها مثاليا صادقا لهذا الموضوع :  
أولا :

ان وجود أقسى ظروف بيئية ، داخل النظام البيئي يؤدي الى زيادة حساسية التوازن ، والى سهولة الاختلال بهذا التوازن ، ومن ثم اذا كان الانسان يريد البقاء في الصحراء فعليه ان يتوخى الحذر المطلق في التعامل مع الانظمة البيئية الطبيعية فيها . واذاد مر هذه البيئات او ادى الى تدهورها وفسادها فانه يكون قد قوض اساس حياته الخاصة ، فاما ان يموت واما ان يرحل . ولم يستطع الانسان ولن يستطيع ان يعيش ضد الصحراء او برغم الصحراء . انه لا يستطيع الا ان ( يتعايش ) معها .

### ثانيا :

وسبب الظروف الصحراوية القاسية لا بد للانسان ان يطور ويبتكر صفات خاصة روحية وثقافية ، واجتماعية تمكنه من التغلب على الخطر المستمر الذي يتعرض له وجوده .

### ثالثا :

ان النبات والحيوانات في البيئة الصحراوية لا يمكن ان تعيش الا اذا استطاعت



من خلال العملية التطورية، والتحكم الذي تفرضه عملية الانتقاء الطبيعي القاسية، وليس من التلاؤم تلك ذات أهمية نظرية فحسب، بل إنها درس حيي يعلمنا كيف استجابت النباتات والحيوانات لتحديات الصحراء. ففي الماضي تعلم الإنسان من ذلك، وهو اليوم يستطيع أن يتعلم كذلك.

لقد جمعنا أثناء عملنا في الرقب معلومات وخبرات تتعلق بالمشكلات التي تحدث لها من قبل وهذه المعارف لم تساعدنا على فهم الماضي فحسب بل على فهم قيمة المستقبل لهذه الأرض القاحلة. وسوف نحاول الآن تلخيص جوهر ما تعلمناه بإيجاز، وأن نوضح الأسئلة الهامة التي يلزم أن نجيب عليها. ولما كان التاريخ مقدمة للمستقبل فإننا نطلع أولاً إلى الماضي قبل أن نتطلع إلى المستقبل.

هناك نظامان للزراعة القديمة في الرقب: الأودية الضيقة ذات المصاطب، والوحدات الزراعية في المجمعات المائية المطرية الصغيرة. هذان النظامان يدلان على استخدام عاقل وحصيف للموارد المائية المتاحة. لقد عمل المزارع القديم على ملائمة أنظمتهم الزراعية الصناعية مع الطبيعة واستخدام شكل الأرض والتضاريس إلى أقصى فائدة ممكنة من تدوير البيئة. ولم يؤد هذا إلى أحداث التعرية، أو إلى زيادة أملاح التربة الزراعية. وباستخدام مياه التصريف المطري سيطر على السيول المفدعة، وحال دون الدمار الذي تحدثه السيول التي لا تخضع لأي سيطرة في المعتاد. والمؤكد أن المزارع القديم لم يسرف في استخدام مياه الري، لأن موارده من المياه كانت محدودة، وفي هذه الحالة كانت القدرة أو القلة هي مصدر الحكمة والتدبير. إن أساليب الحضارات القديمة في توفير مياه الشرب مثل آخر على الاستخدام الحصيف والرشيد لموارد الطبيعة، ويصدق هذا القول على سلاسل الأبار التي تستحق ما أعجابا خاصا، بسبب المهارة الفنية العظيمة والرعاية والذكاء التي بنطوي عليها بناؤها. وفي كل تلك الحالات تعلم الإنسان من بيئته الطبيعية وطبق ما تعلمه على الزراعة التي تعتمد على التصريف المطري. إن معظم المجمعات أو المجمعات النباتية في البيئات الصحراوية الطبيعية تعيش على مياه التصريف المطري. وسوف نلاحظ المراقب الحصيف هذا الأمر، وربما طبق معارفه ومعلوماته لاستنبات نباتات مزروعة لفائدته الخاصة.

إن المزارعين القدماء في الصحراء قد ارتكبوا كذلك أخطاء، ودفعوا ثمنها ولكن حتى تلك الأخطاء تعتبر دروساً موضوعية فيما يجب تجنبه وتلاقيه. إن نظمهم

الزراعية التي تستخدم مجموعات مائية مطرية كبرى كانت خطأ في الحما بولتفد بسر أدت إلى تعرية التربة، والتقليل من الترسيب والطفل، والتدوير، لأن هذا الأسلوب فسي الزراعة كان مغرطاً في الطموح، لقد كان المزارعون المسؤولون عن هذا النظام يربسون تحقيق الكثير، ومن ثم أدوا إلى الإخلال بتوازن الصحراء. وتلك حالة نموذجية للانفراط في الاستغلال.

وعند ما انتشر البدو في الصحراء أساءوا استخدام الصحراء بطريقة أخرى، إذ أنطوا في استغلال مواردها الطبيعية الهامة وهو الغطاء النباتي الطبيعي عن طريق الانفراط المستمر في الرعي، ولم يندلوا إلى مجهود في استبعاد بعض الرعايا الطبيعية التي تتألف من مجتمعات نباتية من مختلف النباتات الصحراوية، ومن ثم تدهورت الحياة النباتية والحيوانية إلى درجة خطيرة.

ومما يثير الغرابة الشديدة أن توازناً جديداً قد ظهر واستقر بين البدو والصحراء على أساس من الانتاجية المنخفضة، ففي ظل هذه الظروف لم يكن البدو بقادرين على الحياة إلا بالانتقال المستمر من موعى إلى موعى، وبالقدرة على تحمل أدنى مستويات المعيشة متناسلين أو تاركين معظم أطايب الحضارات الحديثة خارج نطاق الصحراء. إن صور تلامم البدوى مع بيئة قد تطورت في ظهور بعض الخصال الانسانية والاجتماعية التي تثير الإعجاب ومن ثم نجد ذلك الاهتمام الكبير بالجميل الرومانسية عند البدوى، فقد ينزل ضيفا على أحد الشيوخ الأثرياء، ولكنه لا يقم فترة طويلة مع أفراد القبيلة الفقراء.

لقد حاولنا في تلك الفصول أن نصف صور التأقلم والتكيف العديدة للنباتات والحيوانات مع الحياة في الصحراء. إن الإنسان لبتأثر بآدي ذي يد بالتدوير والتعمد الهائل في أساليب تحقيق التلاؤم والتأقلم، ولكن عند ما يغفل عن الاختلافات الفسيولوجية والمورفولوجية الأساسية بين الممالك النباتية والحيوانية التي تنشئ عن الاختلاف الطبيعي الدفين في تكوينها فإنه يجد أوجه شبه هائلة في تلك المبادئ. إن أهم أوجه الشبه هي تجزب الانفراط الحراري والقدرة على تحمل هذا الانفراط، وتحديد الناتج الطائس والقدرة على تحمل الجفاف في حدود معينة، (وهي حالة الطحالب والاشعاع واسعة المدى لأن هذه الكائنات قد تجفد من أي تلف). وتحديد الموائل المشبعة فسيولوجيا والموائل التطورية الحرجة مثل (الانبات) في أنسب الأوقات والمواسم أو المواقع.



وإذا قارنا فعاليات البقا في النباتات الصحراوية والحيوانات مع فعاليات الانسان فسوف ندرك ان الانسان باعتباره كيانا فسيولوجيا خالما أدنى بكثير من معظم الحيوانات في قدرة جسده على تنظيم نشاطه بما يتلاءم مع بيئته . ولكنه يعوض هذا النقص بقدرته الفذة على ان يلاحظ ، وأن يستخلص نتائج منطقية ، وأن يتصرف على هذا الاساس . ومن ثم فهو يستطيع ان يلائم نفسه مع البيئة : انه يكسوز نفسه تبعا للظروف ويحمي جسده من الحرارة والبرودة بالحياة في الخيام والكهوف والبيوت ، ويجمع المطر ومياه التصريف المطري ، ويزرع النباتات الغذائية ، ويخزنها من أجل موئته لموسم الجفاف . ومعظم الانشطة البشرية ان لم تكن كلها يمكن ان نجد لها مثيلا في النباتات والحيوانات .

اما الاختلاف فهو ان الانسان يعمل ذلك كله عن وعي ، وتحقيق صور تلامسه مع البيئة باختراع الاساليب التكنولوجية واستخدامها ، وكما أشرنا وأوضحنا من قبل في حالة النقب - فان هذه القدرة الابداعية الخلاقة تتيج للانسان ، ان يسيطر على بيئته أفضل من النمل والحيوان ، ولكنها تتيج أيضا للانسان القدرة على تدمير الاساس الطبيعى لوجوده اذا لم يطبق قدرته الفذة بعناية وبعد نظر ، مع الاعتراف الواضح بحدوده التي يجب ان يخضع لها شأنه في ذلك شأن اي نبات او حيوان .

لقد استطاع فريقا خلال سنوات ان يحل العديد من المشكلات التي لم تكن نفهمها اولم تكن نتبينها عندما بدأنا العمل . ولكن على الرغم من ان الفريق قد استطاع بالعديد من المفاهيم العلمية ، فاننا لم نصل بعد الى المقدرة التامة على الاجابة على جميع الاسئلة التي تتعلق بالنظام البيئى الكامل في النقب ، فضلا عن الصحارى الشاسعة في العالم . بل انه في منطقتنا الصغيرة نسبيا بقى العديد من المشكلات دون حل . وعلى سبيل المثال : اننا نعرف انه خلال العصور التاريخية الغابرة ( ١٠٠٠ سنة ق.م على الاقل ) لم يحدث تغير مناخى يذكر في المنطقة ، لكننا نعرف كذلك ان المنطقة قد تعرضت لتقلبات طفيفة في الامطار ودرجة الحرارة فكيف كانت ؟ وهل كانت تلك التقلبات ذات طبيعة دورية ؟ وكيف كانت تؤثر فى الانظمة البيئية وتوافر المياه في النقب ؟ وكيف كانت تؤثر في ظهور واضمحلال الحضارات التي تعيش داخل الصحراء وعلى حدودها ؟

ان فهم التغيرات المناخية في الحدود الصحراوية المتغيرة الحساسة لا يساعد على فهم الصحارى فحسب بل يهيئ السبيل لفهم العوامل العالمية التي تؤثر فيها من حيث



انكشافها واتساعها وومن ثم اتدلتنا على حقيقة الاساليب الاولى التي سفيح بيننا اقل لص  
ويصدق هذا القول نفسه على مجالات عديدة من هذه الدراسة. اننا لم نفعل  
اكثر من خدش السطح فيما يتعلق بالأساليب الثلاثة للزراعة والحيوانات مع الظروف الصحراوية  
اننا نعرف بعض الحقائق، ولكن مهما تكن أهمية تلك الحقائق فان الاسئلة الأكثر  
أهمية تبقى بالرغم من ذلك تنتظر الاجابة. كيف يتم التطور في الصحراء في نمو النباتات  
والحيوانات بفاعليات البقاء المعقدة الدقيقة على نحو ما قد وصفنا؟ وما هي الفعاليات  
الفسيولوجية التي تحقق صور التلاؤم والتكيف؟

وما هي الصلات بين السبب والنتيجة؟ وعلى سبيل المثال عند ما تستطيع بعض  
النباتات تنظيم حجمها تبعاً لظروف المياه في التربة. وكيف تنقل معلومات نقص المياه  
في التربة الى الاجزاء التي تنمو فوق السطح؟ وما هي الاشارة؟ وكيف توضع موضع  
التطبيق؟ ويمكن ان نطرح المزيد والعديد من الاسئلة التي لن يجيب عليها سوى  
المزيد من البحوث والدراسات في المستقبل.

وبجانب المشكلات العلمية ظلت الامانة عدة اسئلة عملية لا بد من الاجابة  
عليها اذا اردنا التقدم والمضي في طريق تحويل هذه الصطاري وجزء منها الى اراضي  
منتجة، لقد أثبتنا ان المزارعين القدامى في الصحراء قد نجحوا، وان اساليبهم  
لا زالت صالحة للتطبيق حتى اليوم، ونظراً لان احتمالات ازالة ملوحة مياه البحر  
بتكاليف معقولة ما زالت طفيفة، فكيف يمكن ان نحقق اقصى استغلال من انتاج مياه  
التصريف المطري؟ وهل هناك موارد اخرى للمياه الجوفية لم تستغل حتى الان؟

وهل هناك اساليب أفضل من الاساليب التي استخدمناها لتحسين انتاجية  
الانظمة البيئية الصحراوية للاستخدام كمراع؟ وهل نستطيع تحقيق اقصى انتاج للنباتات  
والمحاصيل الحقلية وغيرها في المناطق الصحراوية؟ ولا يعني هذا التعسف في استنزاف  
اقصى محاصيل ممكنة بل انتاج محاصيل ذات جودة عالية بأقل قدر ممكن من المياه.  
وما هي أفضل النباتات المزروعة من حيث تلاؤمها مع الظروف الصحراوية والتي تستحق  
الزراعة من وجهة النظر الاقتصادية؟

لقد حصلنا على بعض المعلومات المتصلة بهذا السؤال، ولكن لا زال الأمر



بحاجة الى المزيد وكيف يمكن للشعوب الصحراوية من البدو والرحلان تحول الى مواطنين  
عصريين دون تدمير تراثهم الاجتماعي والحضاري ؟

وأخيرا كيف يمكن تحقيق ذلك كله بطريقة تتجنب الاخطار الكامنة في اى استخدام  
للبيئات الطبيعية والصناعية ، وهو خطر تعرضنا له بالحدث في الجزء الاول من هذا  
الفصل ؟

ان قدرة اسرائيل على مواجهة تحدى صحاريها قد يكون مقياسا لنجاحها وبقيائها  
في النهاية . لكنها في النجاح سوف تسهم علما في تطوير اوسع واكبر الصحاري المتراصة  
الواقعة حول مناطقها القاحلة ، وربما حقق هذا السلام حيث تشتد الحاجة اليه ،  
والانسان بدلا من ان يقتل سوف يندمج الى القوى الساعية الى العمل من اجل استخراج  
خيرات الصحراء . " ان الصحاري والبقاع النائية سوف تسعد بهم ، والصحاري سوف  
تبتهج وتزهر براعم كالزهور ، سوف تروق براعم وزهرا كثيرة ، بل سوف تروح وتغسني  
وتطرب ( سفر اشعيا - ٣٥ - ١ - ٢ ) من الترواة " .



